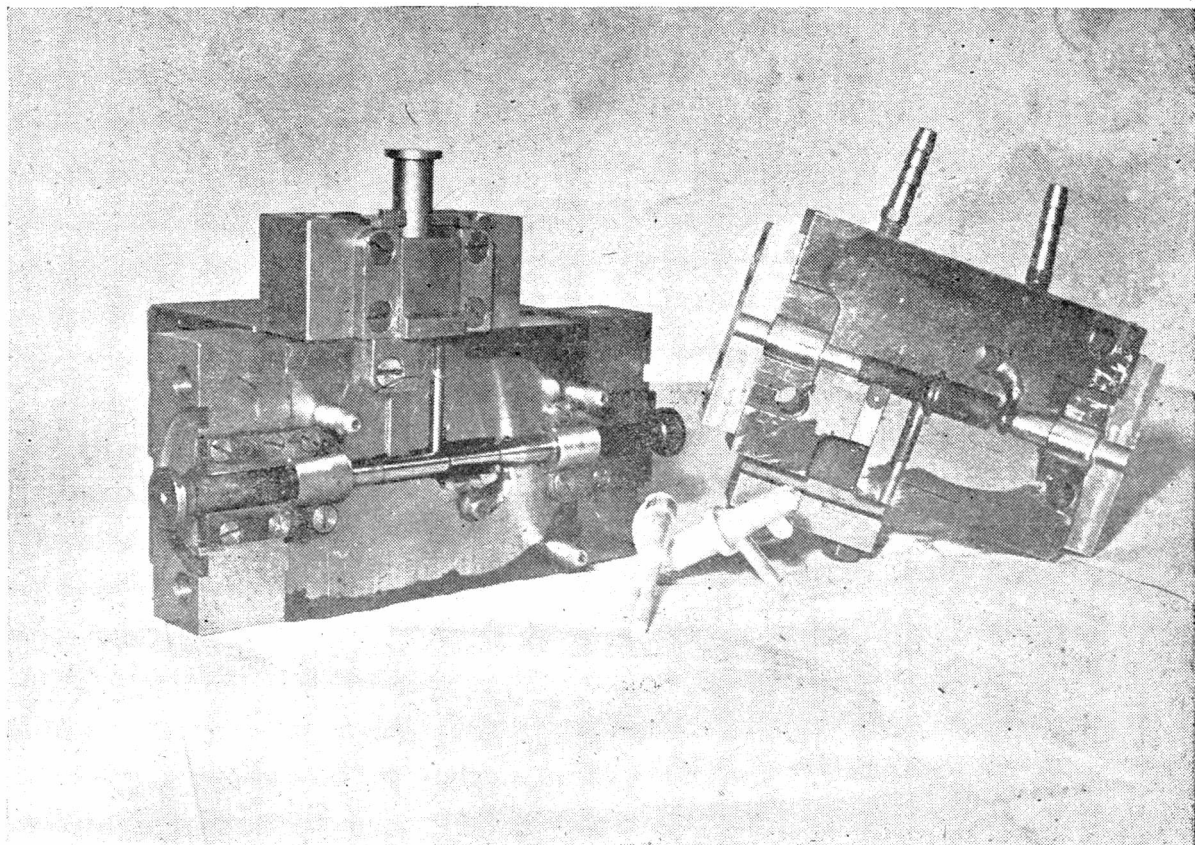


A 1629 II

PRZEGLĄD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Forma dla odlewania pod ciśnieniem korpusu zaworu pływakowego

Nr 3

MARZEC 1955

ORGAN STOWARZYSZENIA NAUKOWO-
TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH

WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

TREŚĆ Nr 3

	Str.
Nowe kierunki w konwertorowym procesie wytwarzania staliwa	Zast. prof. Stanisław Pelczarski Mgr inż. Tadeusz Hejnar 61
Znaczenie gospodarki cieplnej w odlewnictwie	Mgr inż. Tadeusz Chabowski 73
Mała mechanizacja odlewania grzejników CO w odlewni żeliwa „Niekłań“	Inż. Kazimierz Kapuściński i Ryszard Bilski 78
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH	Opracował i tłumaczył:
Przedmuchiwanie żeliwa tlenem w wielokomorowych zbiornikach	J. R-ka 83
Odlewanie tłoków, cylindrów i tulei bez nadlewów	Z. G. i O. W. 84
Zagadnienia gospodarki piaskiem formierskim	A. M. 85
Postęp w odlewnictwie w drugiej połowie 1953 r.	Z. G. 87
PYTANIA I ODPOWIEDZI	90
WIADOMOŚCI STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH	91
XII Międzynarodowy Kongres Odlewniczy we Florencji	R. S. 93
Z WYDAWNICTW	95
BIULETYN INFORMACYJNY INSTYTUTU ODLEWNICTWA	5—8
NORMY RESORTOWE ODLEWNICZE (luźna wkładka)	

СОДЕРЖАНИЕ № 3

Новые направления в процессе малого бессемерования
Значение теплового хозяйства в литейном деле
Малая механизация производства чугунных отопительных радиаторов в литейной чугуна „Неклянь“
Обзор технической печати
Вопросы и ответы
Сообщение STOP
Новые издательства
Информационный Бюллетень Литейного Института
Ведомственные стандарты

CONTENTS of Nr 3

New Trends in the Converter Process as Used for Manufacture of Steel Castings
Importance of Thermal Economy in the Foundry Trade
Small Scale Mechanization of Heating Elements Productions in the „Nieklań“ Iron Foundry
Review of Technical Literature
Questions and Answers
Chronicle
New-Publications
Information Bulletin of the Foundry Research Institute
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 PPK „Ruch“, Stalinogród, PKO-III-13763/110

Cena zeszytu pojedynczego zł 6.—

Format A4, ark. druk. 2³/₄. Nakład 2,400. Papier druk. sat. 60 gr, kl V, 61×86 cm. Zam. nr 259 M-6-3134
 Krakowska Drukarnia Prasowa, Kraków, Wielopole I Druk ukończono 17. III. 1955 r.

PRZEGŁAD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO - TECHNICZNY

ROK V

MARZEC 1955

NR 3

Mgr inż. STANISŁAW PELCZARSKI,
zast. prof. AGH

Mgr inż. TADEUSZ HEJNAR

669.141.25:669.184:621.745.36

Nowe kierunki w konwertorowym procesie wytwarzania staliwa*)

Rys historyczny procesu konwertorowego z uwzględnieniem rozwoju na ziemiach polskich. Własności staliwa konwertorowego. Metalurgia świeżenia w konwertorze z bocznym dmuchem z uwzględnieniem ubytku zawartości siarki oraz wielkości ogólnych strat chemicznych i mechanicznych.

Odmiany procesu konwertorowego: proces klasyczny, niskokrzemowy i tlenowy (L-D); charakterystyczne dla nich reakcje chemiczne i zjawiska cieplne.

Ulepszenia w prowadzeniu procesu. Wytwarzanie staliwa średnio i wysokowęglowego oraz stopowego w konwertorze. Analiza zalet i wad procesu wytwarzania staliwa w konwertorze z bocznym dmuchem. Wnioski odnośnie kierunków rozwojowych tego procesu w Polsce.

Rys historyczny

Proces konwertorowy do wytwarzania stali datuje się od r. 1855 tj. od zgłoszenia w Anglii w dniu 17. 10. 1855 patentu nr 2323 przez Henry Bessemera, a więc istnieje blisko 100 lat. Idea Bessemera, a ciągu kilku lat (1858 r.) znalazła swe praktyczne rozwiązanie. Bessemer zastosował dysze umieszczone w dnie konwertora i kwaśne wyłożenie. Uzyskana tą metodą ciekła stal — wskutek tego, że powietrze przechodziło na wskroś kąpieli i zachodziło niezupełne spalanie — była niedostatecznie przegrzana do wykonywania odlewów kształtowych, skąd konwertory tego typu nie znalazły zastosowania w odlewnictwie.

Na ziemiach polskich pierwsze konwertory zostały ustawione w 1865 r. w stalowni Królewskiej Huty [7] (obecnie Huta Kościuszko w Chorzowie).

W r. 1877 Sidney Gilchrist Thomas zgłosił swój pierwszy patent na zasadowe wyłożenie konwertora, a w dwa lata później na sposób prowadzenia procesu świeżenia w zasadowym konwertorze. Proces tomasowski znalazł szerokie zastosowanie w stalownictwie krajów

dysponujących wysokofosforowymi rudami. W odlewnictwie proces Thomasa nie przyjął się podobnie jak stalowniczy proces bessemerowski z powodu trudności uzyskania dostatecznie wysokiej temperatury przegrzania ciekłej stali, wynikającej ze zużycia dużych ilości ciepła na podgrzanie dodawanego do konwertora wapna i dużych ilości żużla.

Pierwsze niewielkie konwertory Bessemera zostały szybko zastąpione w stalowniach dużymi jednostkami, co również utrudniało wykorzystanie ich do celów odlewniczych. Niebezpieczeństwo zamrożenia konwertora o małych rozmiarach typu Bessemera, a tym bardziej Thomasa długi czas utrudniało zastosowanie procesu konwertorowego w odlewniach. Mimo to jednak dwa konwertory bessemerowskie z dyszami umieszczonymi w dnie o pojemności 3 ton zostały zbudowane w Hucie Zgoda w Świętochłowicach w r. 1906 i były czynne przez 24 lata od r. 1907÷1931 [31]. Nie posiadamy jednak danych o jakości produkowanego w nich staliwa i sposobie ich pracy.

Zastosowanie konwertorów do celów odlewniczych nastąpiło dopiero po wprowadzeniu bocznych dysz, ustawionych pod niewielkim kątem 5÷12° do poziomu — tuż nad powierzchnią kąpieli. Pierwszy konwertor z bocznymi dyszami został uruchomiony we francuskim przedsiębiorstwie w Staney w r. 1886. Wynalazcą bocznych dysz miał być Tropenas, inżynier zakładów w Staney [23], jakkolwiek co do tego istniał spór i poglądy nie są ustalone [9]. Znalazło to swoje odbicie w słownictwie różnych krajów i na ogół utarte u nas łączenie nazwiska Tropenasa z konstrukcją konwertora o bocznym dmuchu nie posiada odpowiedników w innych językach¹⁾.

*) Referat wygłoszony na Konferencji Odlewniczej Instytutu Odlewnictwa, odbytej w dniach 17—19. I. 1955 w Krakowie.

1) Ros. — małобиесмеровская установка, ang. — side blown converter, franc. — petit convertisseur (a soufflage latérale), niem. — Kleinkonverter.



Na ziemiach polskich pierwsze konwertory z bocznym dmuchem zostały uruchomione w r. 1893 w Warszawie w odlewni Tow. Akc. Fabryki Machin i Odlewów K. Rudzki i Ska [10]. Były to 2 konwertory o pojemności ok. 1 tony z ręcznym przechylaniem, które według zebranych informacji zostały unieruchomione dopiero ok. 1926 r. W kilka lat później w r. 1897 w odlewni f-my „Skarżysko“, należącej do Spółki Z. Trzeciński, J. Witwicki i W. Grabiński, zbudowano konwertor o pojemności 3 t, który jednak pracował tylko przez kilka lat [10]. Wreszcie w latach 1920÷22 zbudowano i uruchomiono w odlewni Zakładów H. Cegielskiego w Poznaniu konwertor [32] o pojemności 2,5 t, przerobiony następnie na pojemność 1,5 t. W odlewni tej po odbudowie ze zniszczeń wojennych uzupełniono instalację do trzech konwertorów pojemności 1,5 t., pracującą do chwili obecnej. Po unieruchomieniu konwertorów w odlewni K. Rudzkiego i w Hucie Zgoda była to jedyna odlewnia w okresie ok. 20 lat, która utrzymywała proces konwertorowy w Polsce. W ramach planu 6-letniego uruchomiono w trzech zakładach konwertory 1-tonowe i przewiduje się oddanie do ruchu dużej nowoczesnej odlewni konwertorowej, wyposażonej w kilka jednostek o pojemności 1,5 t. Oprócz tego szereg mniejszych zakładów przejawia zainteresowanie procesem konwertorowym i przypuszczać należy, że w najbliższych latach powstaną jeszcze dalsze odlewnie konwertorowe.

Datujący się od około dwudziestu lat rozwój procesu konwertorowego za granicą pokrywa się z jego modernizacją i znacznym ulepszeniem. W Polsce powstawanie nowych odlewni tego typu wywołane jest przeważnie okresową sytuacją gospodarczą, objawiającą się deficytem staliwa. Ten koniunkturalny rozwój nie idzie jednak niestety w parze z modernizacją procesu, który nadal prowadzony jest w sposób prymitywny. Dlatego bliższe rozpatrzenie podstaw teoretycznych tej metody wytwarzania staliwa oraz postępu technicznego w tej dziedzinie posiada duże znaczenie dla podniesienia poziomu technicznego odlewnictwa staliwa konwertorowego w Polsce. Tylko unowocześniony proces konwertorowy może odegrać trwałą rolę w gospodarce narodowej.

Własności staliwa konwertorowego

Jak podaje I. R. Krianin na podstawie własnych i obcych badań [17] oraz inne źródła [24], staliwo konwertorowe posiada własności mechaniczne nie ustępujące własnościom staliwa wyprodukowanego innymi metodami. W pewnych wypadkach [17] znajdujemy nawet, że staliwo konwertorowe przewyższa znacznie staliwo martenowskie i elektrostaliwo pod względem udarności w niskich temperaturach. Własności te odnosi się na ogół do gatunków staliwa odpowiadających sobie składem chemicznym. Wiadomo jednak, że w procesie konwertorowym napotyka się na trudności

w zachowaniu granic zawartości fosforu i siarki. Trudności te mają dwojakie źródło. Po pierwsze coraz trudniej dostępne są surowce wsadowe zawierające odpowiednio niską zawartość fosforu. Surowka hematytowa zawiera 0,12% P max., co zmusza do ograniczenia jej we wsadzie do możliwie najmniejszych ilości (10%) lub całkowitego zastąpienia jej złomem stalowym, dla utrzymania w granicach norm zawartości fosforu w staliwie, wynoszącej 0,09% P max. względnie 0,08% P max. (dla zwykłej względnie wyższej jakości). Drugim źródłem trudności jest proces żeliwiakowy, który przy dysponowanym obecnie krajowym koksie odlewniczym daje nasiarczanie wsadu, przewyższające znacznie dopuszczalną dla staliwa zawartość 0,07% S względnie 0,06% S (dla zwykłej względnie wyższej jakości staliwa). Niestety stosowanie procesu żeliwiakowego w odlewniczym procesie konwertorowym jest nie do uniknięcia, gdyż jedynie żeliwiak dorównuje swą wydajnością i charakterem pracy konwertorowi. Dla obniżenia zawartości siarki stosuje się więc zabiegi, z których najważniejszym i najczęściej stosowanym jest odsiarczanie żeliwa przed waniem do konwertora. Metody odsiarczania żeliwa były już przedmiotem publikacji w prasie technicznej krajowej [30] oraz tematem pracy badawczej w Instytucie Odlewnictwa [14], dlatego nie poświęca się tutaj więcej uwagi temu problemowi. Natomiast nieco uwagi warto poświęcić innemu zagadnieniu, a mianowicie wpływowi zawartości siarki na własności staliwa konwertorowego. Wstępne badania w tym kierunku, przeprowadzone przez autorów wykazały, że podwyższona zawartość siarki w miękkim staliwie konwertorowym klasy 15L (0,10÷0,20% C) w minimalnym stopniu wpływa na udarność w normalnych temperaturach, a nie ma żadnego widocznego wpływu na granicę plastyczności (Q_r), wytrzymałość na rozciąganie (R_r), wydłużenie (a_5) i przewężenie (c). Przy zawartości siarki dwukrotnie wyższej od przewidzianej w normie GOST 977-53 i PN-54/H-83151¹⁾, otrzymywano jeszcze udarność, leżącą w granicach normy. Cyfr ostatecznych nie można tu jeszcze podać, ponieważ badania w tym kierunku nie zostały zakończone. Celowym jednak wydaje się przedyskutowanie zagadnienia zawartości siarki w staliwie.

Ogólnie znanym jest fakt, że siarka w stali powoduje kruchość na gorąco. Istnieje jednak gatunek miękkiej stali, mianowicie stal tzw. automatowa, w której zawartość siarki dla polepszenia obrabialności jest podwyższona do 0,30% S przy zachowaniu dobrych innych własności mechanicznych (R_r i a_5).

Ponieważ odlewy staliwne nie podlegają przeróbce plastycznej na gorąco, ani też przeważnie nie pracują w temperaturach podwyższonych do 800° C a jedynie przechodzą przez tę temperaturę przy stygnięciu odlewu we formie wydaje się, że możliwym byłoby wy-

1) Norma przedstawiona do zatwierdzenia Przew. PKPG.

odrębnienie gatunku staliwa konwertorowego z podwyższoną zawartością siarki o ograniczonym zastosowaniu. Do poparcia takiego wniosku koniecznym jest jednak zakończenie rozpoczętych badań własności staliwa konwertorowego. Za możliwością dopuszczenia do produkcji staliwa konwertorowego z podwyższoną zawartością siarki przemawia też fakt, że staliwo takie produkowane w kraju przez szereg ostatnich lat w eksploatacji nie wykazuje obniżenia jakości. Rozwiązanie tego problemu mogłoby mieć duże znaczenie gospodarcze dla małych odlewni przyzakładowych i remontowych i mogłoby skutecznie i w sposób ekonomiczny rozładować deficyt staliwa w kraju.

Obok wpływu podwyższonej zawartości siarki na własności mechaniczne staliwa konwertorowego badane było również oddziaływanie manganu na wytrzymałość na rozciąganie, które potwierdziło dane przytaczane przez M. Maternego [21]. Znalezione, że ze wzrostem manganu w granicach normy $0,35 \div 0,65\%$ Mn podwyższa się proporcjonalnie R_m , przy czym nie ulega zmianie wydłużenie. Należy tu zauważyć, że celowość podwyższania zawartości Mn w staliwie konwertorowym uzasadnia się także wysoką zawartością siarki. Jako skuteczne i poprawne można uważać tylko dodawanie manganu w formie Fe-Mn przy wykańczaniu stali (odtlenianie), gdyż jak to później będzie wykazane podwyższanie Mn w żeliwie nie prowadzi do celu i jest wręcz szkodliwe.

Metalurgia procesu w konwertorze z bocznym dmuchem

Proces otrzymywania ciekłej stali w konwertorze o bocznym dmuchu polega głównie na tym, że po wlewni doń ciekłego wsadu (żeliwo) poddajemy go przedmuchiwaniu. W warunkach krajowych do przedmuchiwania żeliwa w konwertorze stosuje się wyłącznie powietrze o temperaturze otoczenia. W zakładach odlewniczych tego typu za granicą coraz częściej stosuje się dmuch wzbogacony w tlen [3;12].

W wyniku przedmuchiwania wlanego do konwertora żeliwa otrzymujemy ciekłą stal o dobrych własnościach odlewniczych i temperaturze przegrzania około 1700°C , a nieraz wyższej.

W zależności od temperatury i składu chemicznego żeliwa poddawanego przedmuchiwaniu w konwertorze określa się je jako:

1. Fizycznie gorące, normalne i zimne.
2. Chemicznie gorące, normalne i zimne.

Żeliwo uważa się za fizycznie gorące wtedy, gdy jego temperatura przegrzania zawiera się w granicach $1400 \div 1450^\circ\text{C}$, żeliwo fizycznie normalne posiada temperaturę $1300 \div 1350^\circ\text{C}$, zimne $1280 \div 1300^\circ\text{C}$.

Od składu chemicznego uzależnia się podział żeliwa na:

chemicznie gorące:

$\text{C} = 3,0\%$; $\text{Si} = 1,6\% \div 2,5\%$; $\text{Mn} = 0,4\%$;

chemicznie normalne:

$\text{C} = 3,0\%$; $\text{Si} = 1,1\% \div 1,6\%$; $\text{Mn} = 0,3\%$;

chemicznie zimne:

$\text{C} = 2,9\%$; $\text{Si} = 0,4\% \div 1,1\%$; $\text{Mn} = 0,3\%$.

Z powyższego wynika, że o cieple fizycznym żeliwa decyduje głównie jego temperatura przegrzania, a o cieple chemicznym przede wszystkim zawartość krzemu. Jeżeli uda się otrzymać żeliwo z żeliwiaka o wysokiej temperaturze przegrzania np. $1400 \div 1450^\circ\text{C}$ i w wyniku przedmuchiwania go uzyska się stal o temperaturze około 1700°C , wówczas podniesienie temperatury kąpieli wskutek utleniania domieszek zawartych w żeliwie w czasie procesu wyniesie $250 \div 300^\circ\text{C}$. Aby uzyskać stal o podobnej temperaturze przegrzania, lecz z żeliwa o temperaturze 1300°C potrzeba w tym celu kosztem ciepła chemicznego tego żeliwa uzyskać podniesienie temperatury kąpieli o 400°C . Wynika stąd prosty wniosek, że poddawane przedmuchiwaniu żeliwo w pierwszym wypadku może posiadać mniejszą ilość ciepła chemicznego niż w drugim, a stąd dalszy wniosek, że ciepło fizyczne i chemiczne żeliwa wzajemnie uzupełniają się.

Jak zaznaczono na wstępie, żeliwo o opisanych wyżej własnościach wlane do konwertora poddajemy przedmuchiwaniu. Dzięki temu następuje energiczne przemieszanie metalu i żużla, przez co zwiększa się znacznie powierzchnia zetknięcia tlenu z dmuchem i żużla z metalem. Dlatego też szybkość wypalania domieszek, zwłaszcza węgla $[1;0]$ jest znacznie większa, aniżeli w piecach stalowniczych pracujących na innej zasadzie, co uwidacznia tabela 1. Podano w niej średnie szybkości wypalania węgla w procentach na minutę w stosunku do ciężaru żeliwa dla różnych procesów.

Tabela 1
Szybkość wypalania węgla w różnych procesach
(%/min.) [1]

Proces bessm- rowski	Proces tom- sowski	Proces tropena- sowski	Proces martenowski	
			kwaśny	zasadowy
$0,16 \div 0,35$	$0,2 \div 0,25$	$0,2 \div 0,22^*)$	$0,00 \div 0,005$	$0,001 \div 0,008$

*) W krajowych warunkach szybkość wypalania węgla przekracza niekiedy $0,3\%/min$.

Proces wytwarzania stali w konwertorze z bocznym dmuchem podzielić można na trzy okresy:

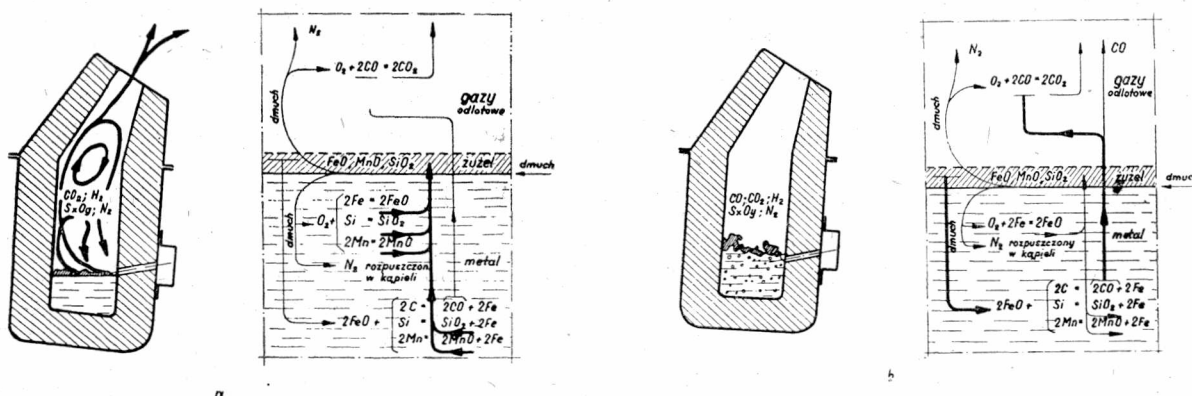
- I. Okres dymny — w czasie którego intensywnie utlenia się Fe;
- II. Okres iskrowy — w czasie którego intensywnie utlenia się Si i Mn;
- III. Okres płomienny — w czasie którego intensywnie utlenia się C.

Mechanizm procesu utleniania domieszek żeliwa w pierwszym i drugim okresie pokazany jest schematycznie na rysunku 1a, a w trzecim na rys. 1b. Jak wynika z załączonych rysunków, utlenianie domieszek zachodzi na dwóch drogach:

- a. bezpośrednio — tlenem powietrza dmuchu,
- b. pośrednio — tlenem tlenku żelaza (FeO).

Praktycznie rzecz biorąc obojętne jest w jaki sposób utleniają się domieszki żeliwa. Ilość bowiem ciepła jaka się wydzieliła w wyniku utleniania pierwiastka pośrednio i bezpośrednio jest ta sama. Weźmy dla przykładu utlenianie

prężność dysocjacji tlenku tego pierwiastka jest najmniejsza i odpowiednio największa wartość energii swobodnej ΔF^0 . Obserwowane jednakże w praktyce świeżenia konwertorowego wydzielające się natychmiast po rozpoczęciu dmucha-



Rys. 1. Schemat mechanizmu utleniania domieszek w konwertorze, a — okres I i II, b — okres III

się krzemu. Efekt cieplny reakcji bezpośredniej utleniania krzemu wynosi:

$$\Delta H = -207850 \text{ cal}$$

Na efekt cieplny reakcji pośredniej utleniania krzemu złożą się ciepła dwóch reakcji:

1. Ciepło utleniania się żelaza do tlenku żelaza (FeO) według reakcji $2\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO}$ $\Delta H = -128860 \text{ cal}$
 2. Ciepło utleniania krzemu tlenkiem żelaza według reakcji $\text{Si} + 2\text{FeO} \rightleftharpoons \text{SiO}_2 + 2\text{Fe}$ $\Delta H = -78990 \text{ cal}$
- Razem $\Delta H = -207850 \text{ cal}$

Tak więc efekt cieplny w pierwszym i drugim wypadku jest ten sam.

W warunkach pracy konwertora posiadamy dostateczną ilość tlenu potrzebną do utleniania znajdujących się w przedmuchiwanym żeliwie domieszek. Jednakże na kolejność ich wypalania wywiera wpływ bardzo dużo czynników, z których najważniejszymi są: prężność dysocjacji tworzących się tlenków, koncentracja poszczególnych składników żeliwa, temperatura procesu itp. Trwałość tlenków utworzonych w wyniku przedmuchiwania żeliwa takich jak FeO , SiO_2 i MnO określa się w myśl zasad nowoczesnej metalurgii [18] prężnością dysocjacji P_{O_2} przy określonej temperaturze, względnie zmianą energii swobodnej przy ich rozkładaniu. Według danych B. N. Ładyżeńskiego i W. P. Tunowa [20] w temperaturze 7270°C prężność dysocjacji wymienionych niżej tlenków jest następująca:

$$\text{SiO}_2 - P_{\text{O}_2} = 2,0 \cdot 10^{-18}$$

$$\text{MnO} - P_{\text{O}_2} = 3,1 \cdot 10^{-17}$$

$$\text{FeO} - P_{\text{O}_2} = 3,0 \cdot 10^{-11}$$

(ciśnienie P_{O_2} podano w atmosferach).

Porównując zamieszczone wyżej wartości dochodzimy do wniosku, że w pierwszej kolejności powinien wypalać się krzem z uwagi na to, że

nia brunatne dymy oraz skład chemiczny, tworzącego się w pierwszych sekundach żużla wskazują, że w tym okresie zachodzi bardzo intensywne utlenianie się żelaza pomimo, że prężność dysocjacji jego tlenku jest największa. Mamy tu do czynienia z przypadkiem, kiedy koncentracja i temperatura procesu wpływają na kolejność wypalania się domieszek. Wyższa koncentracja danego składnika oraz niższa koncentracja jego tlenku w roztworze powodują energiczniejszy przebieg utleniania tego pierwiastka [20].

I okres — utlenianie żelaza

Jak wynika z powyższych danych, w samym początku procesu przedmuchiwania żeliwa w konwertorze, zachodzi intensywne utlenienie żelaza tlenem dmuchu w myśl reakcji



Zewnętrznym wyrazem tej reakcji jest wydzielanie się dużych ilości brunatnych dymów, a okres jej przebiegu zależy w zasadniczej mierze od temperatury zalewanego do konwertora żeliwa. Im temperatura zalanego żeliwa jest wyższa, tym okres przebiegu jest krótszy z uwagi na to, że reakcja ta jest egzotermiczna. Utworzony w wyniku reakcji (1) FeO dyfunduje z żużla do metalu. Z tego względu stosunek jego stężenia w żużlu i kąpieli metalowej w danej temperaturze ustala się zgodnie z prawem podziału, które matematycznie można przedstawić w sposób następujący:

gdzie:

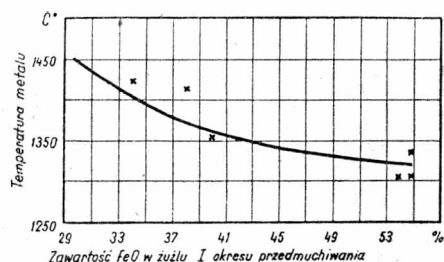
$$L = \frac{(\text{FeO})}{[\text{FeO}]} \quad (2)$$

L — współczynnik podziału między kąpielą a żużlem, wielkość stała przy danej temperaturze,

(FeO) — umowne oznaczenie zawartości FeO w żużlu,

$[\text{FeO}]$ — umowne oznaczenie zawartości FeO w kąpieli metalowej.

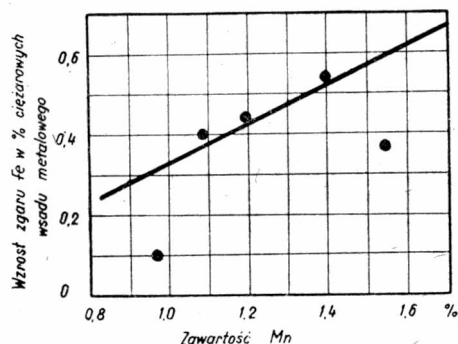
Zmniejszenie więc stężenia FeO w metalu wskutek wypalania się przy jego pomocy domieszek, zmieni ustalony w danej temperaturze stan równowagi pomiędzy żużlem a kapielą, i FeO z żużla tak długo będzie przechodzić do metalu, dopóki stosunek stężenia FeO w żużlu i kapieli nie będzie odpowiadał stanowi równowagi, tj. stanie się równy L.



Rys. 2. Zależność zawartości FeO w żużlu w I okresie od temperatury żeliwa zalanego do konwertora [20]

Rysunek 2 wykazuje zależność zawartości FeO w żużlu w pierwszym okresie procesu w zależności od temperatury żeliwa według B. N. Ładyżeńskiego [20]. Rozpuszczony w ciekłym metalu FeO jest tym czynnikiem, który utlenia zawarte w żeliwie domieszki.

Badania I. M. Maksimowa [20] wykazały, że na wielkość zgaru żelaza posiada również wpływ zawartość manganu w żeliwie. Podana w rysunku 3 zależność wskazuje, że ze wzro-



Rys. 3. Zależność zgaru żelaza od zawartości manganu w żeliwie [20]

stem zawartości manganu w żeliwie zgar żelaza rośnie i to w takim stopniu, w jakim rośnie zawartość manganu. Z powyższego wynika, że w żeliwie przeznaczonym do konwertora należy utrzymywać mangan możliwie na najniższym poziomie. Dotychczasowe poglądy, że zawartość manganu w żeliwie jest niepotrzebna ulegają więc zmianie w tym znaczeniu, że zawartość ta jest wręcz szkodliwa.

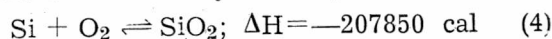
II okres — utlenianie krzemu

Krzem jest tym pierwiastkiem, który najchętniej łączy się z tlenem ze względu na to, że prężność dysocjacji P_{O_2} jego tlenku jest najniższa. Jednakże w warunkach pracy konwertora utlenia się on dopiero wtedy, gdy utworzona zostanie pewna ilość FeO w wyniku utleniania się żelaza w I okresie i stworzone zostaną odpowiednie warunki cieplne. W tym to zjawisku znajdujemy również między innymi po-

twierdzenie znanej zasady w metalurgii żelaza, że utlenianie domieszek w tym i krzemu przebiega za pośrednictwem tlenku żelaza w myśl reakcji:



Nie brak jest również autorów [1; 17; 20], którzy twierdzą, że utlenianie krzemu, zwłaszcza wtedy, gdy zwierciadło metalu nie jest całkowicie pokryte warstwą żużla, zachodzi w niewielkim stopniu bezpośrednio tlenem powietrza dmuchu w myśl reakcji:



Głównie jednak przebiega ono według reakcji (3) i charakteryzuje się wylatywaniem dużych ilości iskier z gardzieli konwertora.

Stałą równowagi tej reakcji przedstawić można równaniem:

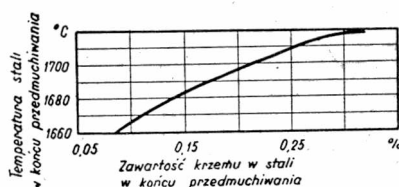
$$K_{Si} = \frac{[Si] \cdot (FeO)^2}{(SiO_2)} \quad (5)$$

a zależność stałej równowagi od temperatury według następującego wzoru:

$$\lg K_{Si} = -\frac{19057}{T} + 11,101 \quad (6)$$

Z danych w literaturze zagranicznej wynika [20], że w końcu procesu konwertorowego dochodzi do równowagi pomiędzy zawartością krzemu w metalu i żużlu oraz, że stała równowagi nie zależy od zawartości węgla w metalu (przy zawartości węgla w metalu poniżej 1%).

Badania B. N. Ładyżeńskiego [20] doprowadziły do sporządzenia wykresu rys. 4 przedstawiającego zależność temperatury końcowej stali od zawartości w niej krzemu. Obserwowany tu wzrost zawartości krzemu w miarę podwyższania się temperatury kąpieli tłumaczy się tym [17; 20], że w warunkach temperatury



Rys. 4. Zależność zawartości krzemu od końcowej temperatury stali [20]

i koncentracji istniejących w procesie konwertorowym zachodzi możliwość odwrotnego przebiegu reakcji (3):



Istnieje również możliwość wzrostu zawartości krzemu w stali na innej jeszcze drodze, a mianowicie:



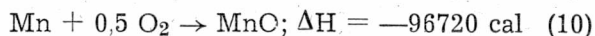
Biorąc jednakże pod uwagę fakt, że zawartość C i Mn pod koniec procesu przedmuchiwania kąpieli waha się w granicach 0,1% i niżej, można uważać, że przebieg reakcji (8) i (9) nie ma praktycznych możliwości.

Ilość utlenianego w procesie konwertorowym krzemu oraz sposób dodania go do kąpieli w dużym stopniu wpływa na przebieg tego procesu. Większa zawartość krzemu w żeliwie powoduje większy zgar żelaza, podnosi temperaturę stali oraz przedłuża czas przedmuchiwania. Ustalono [20], że okres utleniania np. 2% krzemu zawartych we wlanym do konwertora żeliwie będzie dłuższy, aniżeli wtedy, jeżeli z żeliwem wprowadzi się np. 1% krzemu, a pozostałą resztę doda w czasie trwania drugiego okresu procesu w postaci Fe-Si (45%). Znajduje to wytłumaczenie w tym, że dodatek brakującej ilości krzemu w czasie procesu nie musi całkowicie utleniać się w kąpeli metalowej. Część krzemu bowiem może utlenić się w żużlu, łącząc się z FeO według reakcji (3). Dzięki temu wydzielona ilość ciepła w wyniku reakcji wpłynie na podniesienie temperatury kąpieli przy jednoczesnym skróceniu czasu trwania procesu.

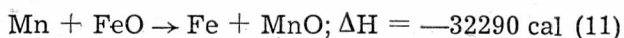
Opierając się na tym uważa się [20], że korzystniej jest ze względu na możliwość skrócenia drugiego okresu procesu, uzupełniać brakującą ilość krzemu w przedmuchiwany żeliwie dodatkiem Fe-Si (45%), jednakże tylko z początku tego okresu świeżenia. Zbyt późne dodanie żelazo-krzemu opóźnia wypalanie węgla.

Utlenianie manganu

Utlenianie manganu, jak to już wyżej zaznaczono, zachodzi w drugim okresie procesu częściowo kosztem tlenu dmuchu w myśl reakcji:



oraz przede wszystkim drogą pośrednią, którą wyrazić można równaniem:



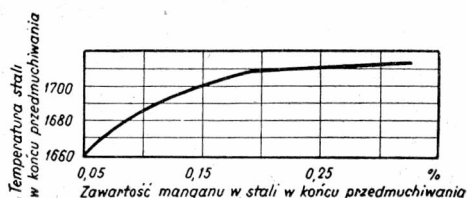
stałą równowagi tej reakcji można przedstawić:

$$K_{\text{Mn}} = \frac{[\text{Mn}] \cdot (\text{FeO})}{(\text{MnO})} \quad (12)$$

Zależność K_{Mn} od temperatury wyraża się wzorem:

$$\lg K_{\text{Mn}} = -\frac{7940}{T} + 3,172 \quad (13)$$

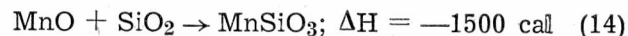
Dane J. M. Maksimowa [20] wykazują, że pod koniec procesu dochodzi do równowagi pomiędzy zawartością manganu w metalu i żużlu,



Rys. 5. Zależność zawartości manganu od końcowej temperatury stali [20]

oraz że stała równowagi nie zależy od zawartości węgla w metalu. Podobnie jak dla krzemu również i dla manganu ustalono [20] zależność, podaną na rysunku 5, pomiędzy temperaturą stali, a zawartością w niej manganu. Badania w tym względzie wykazały, że podwyższenie temperatury stali o 60°C powoduje wzrost za-

wartości manganu o 0,23%. Wynika stąd przypuszczenie, że w wyższej temperaturze następuje redukcja utworzonego w wyniku reakcji (11) MnO, z uwagi na egzotermiczny charakter tej reakcji. Biorąc jednakże pod uwagę fakt, że w warunkach pracy kwaśnego konwertora tworzy się żużel z dużą zawartością SiO₂ (60÷73%) i. znając możliwość przebiegu reakcji:

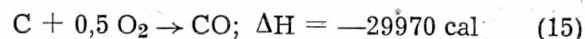


zauważyć należy, że w takim wypadku powodu zwiększonej zawartości manganu w stali należy szukać gdzie indziej.

Niektórzy [20] uważają, że w warunkach gorącego biegu wytopu reakcja utleniania manganu nie osiąga stanu równowagi i zatrzymuje się wcześniej niż normalnie, stąd zwiększona zawartość manganu w gotowej stali.

III okres — utlenianie węgla

Utlenianie węgla zapoczątkowuje trzeci okres wytwarzania stali w konwertorze i zaczyna się wówczas, gdy temperatura kąpieli osiągnie $\sim 1450^\circ \text{C}$. Z chwilą kiedy temperatura kąpieli uzyska $\sim 1550^\circ \text{C}$, wypalanie węgla zaczyna przebiegać bardzo energicznie. Jak wynika ze schematu obrazującego przebieg procesu utleniania w trzecim okresie świeżenia (rys. 1 b) wypalania C może zachodzić zwłaszcza w okolicy dysz bezpośrednio tlenem dmuchu w myśl reakcji:



W partiach położonych dalej od dysz, węgiel podobnie jak inne pierwiastki utlenia się tlenem tlenku żelaza (FeO) według reakcji:



Utlenianie węgla tlenem tlenku żelaza zachodzi z równoczesnym pochłanianiem ciepła, reakcja ta jest endotermiczna, w związku z tym, zrozumiałym staje się fakt rozpoczęcia utleniania węgla dopiero wtedy, kiedy stworzona zostanie odpowiednia temperatura kąpieli. Zgodnie bowiem z zasadą *Le Chatelier'a*, w kąpeli metalowej o niższej temperaturze przegrzania zachodzą chętniej te reakcje utleniania, które wydzielają ciepło, tak więc w naszym przypadku będą to reakcje utleniania żelaza (1), krzemu (3) i manganu (11). Przy podwyższaniu temperatury kąpieli przebiegają natomiast intensywniej reakcje z pochłanianiem ciepła — reakcje endotermiczne. A więc reakcja wypalania węgla tlenkiem żelaza w myśl reakcji (16) zachodzi szybciej w wyższych temperaturach. Na tej też zasadzie oparto prawdopodobnie przypuszczenie co do możliwości wzrostu manganu, a głównie krzemu z uwagi na endotermiczny charakter reakcji (7; 8; 9). Dzięki wypalaniu się więc w pierwszym i drugim okresie procesu składników żeliwa, wydzielających przy swym utlenianiu ciepło, temperatura kąpieli odpowiednio podnosi się i tym samym stworzone zostają warunki niezbędne do rozpoczęcia utleniania się węgla.

Utworzony w wyniku reakcji (16) CO rozpuszcza się w kąpieli metalowej w minimalnym stopniu (wg niektórych danych [20] przy ciśnieniu jednej atmosfery w metalu rozpuszcza się 0,0028% CO). Przeważająca jednak jego ilość w postaci baniek wydostaje się na powierzchnię metalu do przestrzeni roboczej konwertora i tu dopala się kosztem tlenu powietrza dmuchu:



Powyższa reakcja powoduje powstanie w tym okresie oślepiającego długiego płomienia i wydziela duże ilości ciepła powodując nagrzanie kąpieli w sposób podobny jak w piecu martenowskim do temperatury $1680 \div 1720^\circ \text{C}$. Okres wypalania węgla charakteryzuje się niekiedy bardzo burzliwym przebiegiem, połączonym z bardzo niekorzystnym zjawiskiem, jakim jest wyrzucanie żużla i metalu z konwertora, oraz opadaniem i podnoszeniem płomienia.

Przyczyną owych wyrzutów może być:

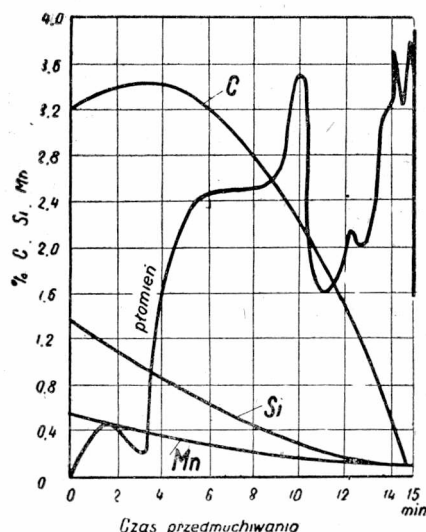
1. Niewłaściwe wykonanie oraz niedostateczne wysuszenie i podgrzanie wykładziny konwertora (widoczne przy pierwszych spusztach).
2. Niedostateczna lub nadmierna ilość wlanego metalu.
3. Nieodpowiedni skład chemiczny wlanego żeliwa.
4. Za duże ciśnienie dmuchu.
5. Niewłaściwe ustawienie konwertora.
6. Niewłaściwa konstrukcja konwertora.

Celem zapobieżenia wyrzutom należy [21] po usunięciu w miarę możliwości wyżej podanych przyczyn chwilowo zmniejszyć ciśnienie dmuchu z normalnego około 0,3 atn na minimum 0,15 atn. Podkreślić należy, że nie wolno całkowicie zatrzymywać dmuchu, ponieważ grozić to może zamrożeniem dysz.

Bardzo często w praktyce świeżenia konwertorowego zauważyć można to podnoszenie się, to znowu opadanie płomienia w trzecim okresie procesu. Zjawisko takie jest wynikiem tego, że w wypadku gwałtownego wypalania się węgla w kąpieli, objętość tejże wzrasta do tego stopnia, że metal podnosi się powyżej poziomu dysz. Wówczas wprowadzany tlen dmuchu przechodząc przez warstwę świeżego metalu utlenia C, oraz pozostałe jeszcze w niedużym stężeniu domieszki również i bezpośrednio. Wydostający się na powierzchnię kąpieli tlenek węgla jako produkt reakcji (15) i (16) nie znajduje wystarczającej ilości tlenu potrzebnego do dopalenia się utworzonego CO i w tym stanie rzeczy poważna jego część wędruje na zewnątrz konwertora, gdzie u wyjścia dopiero dopala się według reakcji (17), stąd podniesienie płomienia. Ponieważ owe dopalanie tlenu węgla zachodzi daleko ponad kapielą i wobec tego warunki nagrzania jej tą drogą znacznie się pogarszają, więc temperatura przedmuchiwanego metalu zaczyna stopniowo opadać. Powoduje to, zgodnie z regułą *Le Chatelier'a*, częściowe zahamowanie reakcji utleniania węgla, a tym samym obniżenie się poziomu kąpieli. Wówczas wydostający się z ciekłego metalu tlenek węgla (CO)

znajdzie potrzebną ilość tlenu do utlenienia w myśl reakcji (17) na CO₂ bezpośrednio nad kapielą w konwertorze. Stąd też opadanie płomienia.

Rysunek 6 przedstawia typowy wykres przebiegu spalania poszczególnych składników oraz długości płomienia w trakcie świeżenia. Jest



Rys. 6. Typowy przebieg świeżenia w konwertorze i zmiany wyglądu płomienia

rzeczą oczywistą, że na ukształtowanie się krzywych ma wpływ bardzo dużo zmiennych czynników, z których najważniejszymi są:

1. Skład chemiczny przedmuchiwanego żeliwa.
2. Temperatura wlewanego do konwertora żeliwa.
3. Wielkość powierzchni kąpieli metalowej w konwertorze.
4. Głębokość kąpieli metalowej w konwertorze.
5. Wielkość powierzchni przekroju dysz.
6. Czas, ilość i jakość dodawanego w czasie procesu krzemu.

Zagadnienie siarki w konwertorze

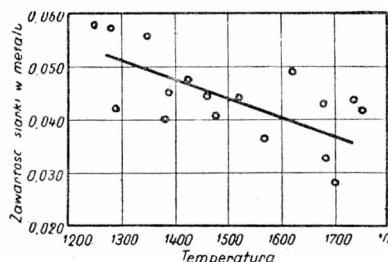
Możliwość usunięcia siarki z metalu w konwertorze z bocznym dmuchem istnieje [15; 17] i zależy od stworzenia koniecznych warunków jej przebiegu. Szereg badań wykonanych przez G. Schenka [28] nad możliwością utlenienia FeS różnymi tlenkami żelaza w atmosferze azotu, wykazało, że w wyższych temperaturach możliwe jest odsiarczanie metalu. Na tej podstawie możliwość odsiarczania w konwertorze z bocznym dmuchem przedstawić można w następujący sposób: W pierwszym okresie procesu, kiedy wlane do konwertora żeliwo nie jest jeszcze przykryte warstwą żużla i dostający się do wnętrza konwertora tlen dmuchu bezpośrednio styka się z powierzchnią ciekłego żeliwa, część żelaza, krzemu i manganu utlenia się w myśl podanych wyżej reakcji [1; 4; 10], tworząc żużel z dużą zawartością tlenku żelaza (FeO). W tym to okresie procesu znajdujący się w metalu siarczki żelaza i manganu może utlenić się również bezpośrednio tlenem dmuchu i tą drogą tworzyć lotne połącze-

nia siarki typu SO_2 [15], które wraz z gazami odlotowymi opuszczają konwertor.

Po upływie kilku minut powierzchnia metalu pokrywa się w znacznej części żelazistym żużlem. Znajdujące się w kąpeli metalowej siarczki żelaza i manganu w myśl prawa podziału zaczynają dyfundować do żużla, osiągając w danych warunkach stan równowagi wyrażony wzorami:

$$L_{\text{FeS}} = \frac{(\text{FeS})}{[\text{FeS}]}, \quad L_{\text{MnS}} = \frac{(\text{MnS})}{[\text{MnS}]}$$

Ponieważ współczynniki podziału L_{FeS} i L_{MnS} są wartościami stałymi, więc aby obniżyć zawartość siarki w metalu, należy zmniejszyć koncentrację tych siarczków w żużlu. W kwaśnym piecu martenowskim skutecznia się to poprzez usunięcie żużla w czasie procesu i naprowadzenie nowego, w konwertorze tego uczynić nie można, jedynie związanie siarki w żużlu w lotne związki, które z gazami odlotowymi opuściłyby konwertor, może uczynić zadość wymaganiom. Związki te według *Krianina* tworzą się, zwłaszcza w okresie, kiedy panują wyższe temperatury. Wtedy to tlenki żelaza i manganu re-



Rys. 7. Zależność zawartości siarki od końcowej temperatury stali [17]

agując z siarczkami tych metali, tworzą lotne związki, które opuszczają konwertor. Badania [17] w tej sprawie doprowadziły do sporządzenia wykresu (rys. 7) zależności zawartości siarki w metalu od temperatury procesu. Według *J. R. Krianina* możliwe jest usunięcie w konwertorze około 30% pierwotnej zawartości siarki w żeliwie, a według *N. K. Ipatowa* około 25%.

Wielkość strat w procesie otrzymywania stali w konwertorze

Rozróżnia się dwa zasadnicze rodzaje strat metalu przy wytopie stali w konwertorze:

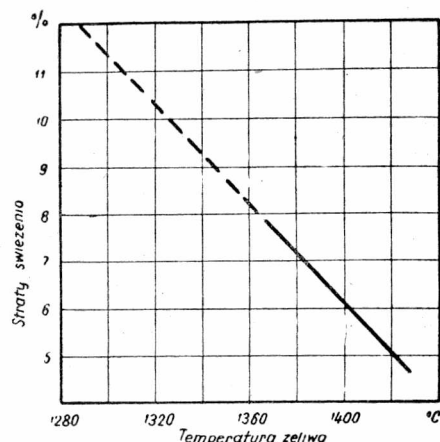
1. mechaniczne,
2. chemiczne.

Na wielkość strat mechanicznych ma duży wpływ konstrukcja konwertora, czyli jego przestrzeń robocza nad kąpielą. Im ta przestrzeń jest mniejsza, tym straty większe, wskutek zwiększonych możliwości wyrzutów metalu w czasie wytopu.

Na wielkość strat mechanicznych posiada również wpływ czas trwania wytopu, który z kolei zależy od składu chemicznego przedmuchiwanego żeliwa, jego temperatury, ilości doprowadzonego powietrza, procentowego udziału tlenu w doprowadzanym dmuchu itd.

Na wielkość strat chemicznych posiada przede wszystkim wpływ wysokość zgaru krzemu, manganu, węgla i żelaza.

Ogólnie można przyjąć, że nie da się dokładnie rozdzielić jednego rodzaju strat od drugiego, gdyż są one bardzo często z sobą związane, np.: na wielkość zgaru krzemu i żelaza (straty chemiczne) ma zasadniczy wpływ temperatura procesu, która związana jest ze stratami mechanicznymi itp.



Rys. 8. Zależność strat świeżenia od temperatury żeliwa zalewanego do konwertora [20]

Na rysunku 8 podano [20] zależność wielkości zgaru od temperatury przedmuchiwanego żeliwa. Dane *J. R. Krianina* wskazują, że w pewnych warunkach przy zastosowaniu nowoczesnej technologii otrzymywania stali w konwertorze można zejść ze stratami do 6÷8%. Podobne cyfry (9%) dla niskokrzemowego procesu podaje literatura angielska [24].

Odmiany procesu metalurgicznego w konwertorze

Niektórzy autorzy [8; 17] wyodrębniają różne odmiany procesu konwertorowego w zależności od zawartości krzemu we wsadzie do konwertora, czyli od ciepła chemicznego żeliwa według przyjętego poprzednio podziału. Odmiany procesu określa się przeważnie następująco:

- wysokokrzemowy o zawartości
1,6÷2,5% Si — chemicznie gorący,
- średniokrzemowy o zawartości
1,1÷1,6% Si — chemicznie normalny,
- niskokrzemowy o zawartości
0,4÷1,1% Si — chemicznie zimny,

przy czym podane liczby odnoszą się do ilości krzemu łącznie z uzupełnieniem go dodatkami żelazo-krzemu do konwertora w czasie świeżenia.

Dwie pierwsze odmiany nie przedstawiają istotnych różnic pod względem metalurgicznym, a zjawiska występujące w nich są na ogół tej samej natury. Nasze krajowe odlewnie konwertorowe stosują proces średniokrzemowy, a wysokokrzemowy występuje raczej przypadkowo wskutek niezamierzonych zmian przy przetapianiu wsadu w żeliwiaku. W pierwotnym besse-

merowskim procesie zawartość krzemu odgrywała podstawową rolę i była utrzymywana na względnie wysokim poziomie. Dlatego proces średnio i wysokokrzemowy można uważać za proces klasyczny.

Proces klasyczny

Krianin przytacza [17] dane szeregu badaczy i autorów odnośnie zawartości krzemu we wsadzie do konwertora. Według Germansa powinien on zawierać 2,5% Si, według Karlauchowa 2% Si, według Piszczewa i Gietpiera 1,7÷2% Si, Geiger [9] podaje granice 1,6÷1,8% Si, a Osann [23] 1,1÷2,1% Si, średnio 1,7%. Według Krianina pierwsze dwa spusty powinny zawierać o 0,2÷0,3% Si więcej, by dodatkowym ciepłem chemicznym pokryć niedostatek ciepła fizycznego przy rozruchu żeliwiaka i konwertora.

Badania I. R. Krianina wykazały, że zawartość krzemu i węgla może wahać się w żeliwie wlewianym do konwertora w szerokich granicach. Tak np. zawartość krzemu może wynosić 0,8÷1,8%, a węgla 2,5÷3,0% C. Własne badania autorów potwierdzają częściowo ten pogląd. Zaobserwowano, że nawet duże wahania zawartości krzemu i węgla w żeliwie nie wywierają widocznego wpływu na skład chemiczny stali po wyświeżeniu, ani na własności mechaniczne staliwa po wykończeniu spustu, jednakże skutki różnic składu żeliwa przenoszą się na czas trwania świeżenia, straty chemiczne i mechaniczne w konwertorze i temperaturę końcową po zakończeniu procesu. Z tych względów wahania składu chemicznego w spustach żeliwiakowych należy uważać za niepożądane zjawisko.

W krajowej praktyce stosuje się w żeliwie konwertorowym zawartości krzemu w granicach 1,0÷1,6% Si i węgla 2,7÷3,0% C. Temperatura żeliwa zalewanego do konwertora nie przekracza na ogół 1300° C. Przeliczenie cieplne sporządzone dla procesu świeżenia takiego wsadu (2,9% C, 1,65% Si, 0,35% Mn) dałoby orientacyjnie po stronie przychodów na 1 kg ciekłego wsadu:

Ciepło fizyczne żeliwa przy temp. 1300° C	247 kcal	—	55,4%
ciepło fizyczne dmuchu o temp. 20° C	3	„	— 0,7 „
ciepło chemiczne utleniania Si	86	„	— 19,3 „
ciepło chemiczne utleniania Mn	4	„	— 0,9 „
ciepło chemiczne utleniania C	106	„	— 23,7 „
Razem:	446 kcal	—	100%

przy czym nie uwzględniono znikomo małej ilości ciepła tworzenia się żużla.

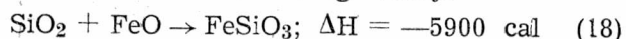
W rozchodzie otrzymamy:

Ciepło fizyczne staliwa przy temp. 1700° C 247 kcal — 61,5%
przy uwzględnieniu 15% strat przy świeżeniu go w konwertorze.

Dalsze 38,5% wniesionego ciepła pochłona: żużel odprowadzony z konwertora, gazy, wyrzuty, dysocjacja pary wodnej, straty promieniowania oraz konwekcji itp.

Jak z powyższego zestawienia wynika, składnikiem wnoszącym najwięcej ciepła chemicznego do wsadu z uwagi na rozpatrywany stosunek ilościowy jest nie krzem, lecz węgiel. Ponieważ przy tym stosowanie wysokiej zawartości krzemu we wsadzie konwertorowym ma swoje ujemne strony, nowoczesne metody prowadzenia tego procesu coraz bardziej odstepują od klasycznego, przechodząc na niskokrzemowy proces.

Głównym bodźcem do obniżania ilości krzemu jest ekonomia procesu konwertorowego. Wysoka zawartość krzemu przedłuża bowiem czas wytopu, a w krańcowym wypadku (ok. 2,5% Si) może całkowicie udaremnić świeżenie co znajduje następujące wytłumaczenie. Znacznie większe niż normalnie ilości SiO₂ tworzące się w drugim okresie procesu łączą się z powstałym w pierwszych sekundach dmuchania FeO w krzemian żelaza według reakcji:



Z tego powodu istnieje duże prawdopodobieństwo, że pozostałe wolne FeO w metalu i żużlu posiada niedostateczną koncentrację do wejścia w reakcję z węglem. Poza tym duża ilość utworzonego w wyniku reakcji (18) krzemianu żelaza oraz wolnej krzemionki, tworzy na powierzchni kąpieli metalowej, trudną do przebięcia strumieniem dmuchu o normalnym ciśnieniu (ok. 0,3 atn) grubą warstwę gęstego żużla, odcinając tym samym dopływ potrzebnego do utleniania tlenu.

Przypuszcza się, że taki zahamowany wytop dałoby się doprowadzić do końca ściągając z powierzchni metalu utworzony żużel i rozpoczynając ponowne świeżenie po niewielkim dodatku do kąpieli Fe-Si (45%).

Pomijając ten skrajny wypadek jak wiadomo większe zawartości krzemu przedłużają czas świeżenia. Niekorzystny objaw stanowi tu nie zwiększenie pracochłonności i zmniejszenie wydajności urządzenia, ale przede wszystkim straty cieplne spowodowane ujściem znacznie większych ilości spalin nagranych do wysokiej temperatury, a głównie nie biorącego udziału w procesie azotu. W procesie wysokokrzemowym wynoszą one około 20% i mogą być skutecznie obniżone w procesie niskokrzemowym.

Duże ilości żużla związane z wysoką zawartością krzemu są również źródłem dodatkowych strat, których można częściowo uniknąć.

Proces niskokrzemowy

Koncepcja obniżania zawartości krzemu w procesie konwertorowym pojawiła się stosunkowo dawno. Pierwsze kroki w tym kierunku są zasługą Czernowa, który w r. 1877 podał rezultaty doświadczeń z wytopów na wsadzie zawierającym 0,81% Si (Obuchowski Zakład). W roku 1890 opublikowano wiadomości o stosowanym na Uralu (Niżnio-Saudyński Zakład) procesie świeżenia wsadu o 0,7% Si i z te-

goż okresu pochodzą również dalsze publikacje o stosowaniu zawartości krzemu poniżej 1% w stalowniach amerykańskich i szwedzkich [7]. Do celów odlewniczych systematycznie zastosowano proces niskokrzemowy znacznie później jak wynika z publikacji I. R. Krianina [17] i P. C. Fasotte'a [8].

Idea niskokrzemowego procesu polega na częściowym zastąpieniu ciepła chemicznego ciepłem fizycznym ciekłego żeliwa. Obniżając zawartość krzemu musimy jednak pamiętać, że do zapoczątkowania utleniania węgla potrzebna jest temperatura kąpieli $\sim 1450^{\circ}\text{C}$. Przeprowadzając orientacyjne przeliczenie cieplne znajdziemy, że z podwyższeniem temperatury żeliwa zalewanego do konwertora z 1300°C na 1450°C otrzymamy zwiększenie ciepła fizycznego o $28,5\text{ kcal/kg}$ obniżając zaś zawartość Si w poprzednim przykładzie z 1,65 na 0,65% Si zmniejszymy ciepło chemiczne o $54,0\text{ kcal}$ na 1 kg ciekłego żeliwa. Mogłoby się wydawać, że wobec tego nie nastąpi zamknięcie bilansu cieplnego i proces nie da pożądanego efektu. W istocie jednak tak nie jest, gdyż, jak cytowane doświadczenia wykazały, proces przebiega w tych warunkach bardzo sprawnie. Zachodzi to dzięki temu, że ulegają zmniejszeniu straty na ciepło unoszone z gazami a ponadto zmniejszają się ilości żużla i wynikające stąd straty ciepła. W efekcie uzyskuje się obustronnie niższą sumę bilansu cieplnego. Niestety na pełne poparcie cyfrowe tego faktu brak jest chwilowo własnych danych doświadczalnych.

Podwyższenie temperatury żeliwa, wlewane go do konwertora można osiągnąć trzema sposobami, stosując:

- a. podgrzewany dmuch do żeliwiaka, co jest charakterystyczne dla tzw. rosyjskiego procesu niskokrzemowego [17],
- b. wzbogacony dmuch tlenem, lub
- c. potrójny proces: żeliwiak — piec płomienny — konwertor [24].

W naszych krajowych warunkach wobec niskiej jakości koksu odlewniczego, braku odpowiednich urządzeń i konieczności intensywnego odsiarczania żeliwa, pierwszy sposób nie daje pewności ruchu i dobre wyniki rokuje ostatnia metoda, zaprojektowana w jednej z krajowych odlewni. Wydaje się, że mogą być widoki jeszcze innego rozwiązania tego zagadnienia przez zastosowanie żeliwiaka zasadowego o specjalnej konstrukcji, który by dawał żeliwo o wysokiej zawartości węgla i niskiej zawartości krzemu, a przede wszystkim siarki oraz wystarczającą temperaturę na rynnne spustowej. Wymaga to przeprowadzenia doświadczeń, opanowania procesu zasadowego żeliwiaka i rozwiązania zagadnienia materiałów ogniotrwałych do tego celu.

Zalety procesu niskokrzemowego można streścić następująco:

1. Skrócenie czasu wytopu i zwiększenie wydajności urządzeń.
2. Zmniejszenie zużycia żelazo-krzemu (45%) na jednostkę wyprodukowanej stali z około 35 kg na tonę stali do około 10 kg/t.
3. Zmniejszenie strat metalu przy świeżeniu.

4. Zmniejszenie ilości żużla.

5. Spokojny przebieg procesu świeżenia.

Należy szczególnie podkreślić ekonomiczne walory tego procesu, przy czym na uwagę zasługuje obniżenie strat chemicznych i mechanicznych przy świeżeniu. Straty te w klasycznym procesie wynoszą od 12÷15% stanowiąc bezzwrotną utratę metalu, co zaliczyć należy do najpoważniejszych wad tego procesu. Proces niskokrzemowy pozwala zmniejszyć je do wysokości 6÷9%, dając w efekcie większy uzysk ciekłej stali.

Obok wymienionych zalet występują oczywiście także i dodatkowe koszty procesu niskokrzemowego, związane z podwyższeniem kosztów instalacji zwłaszcza przy zastosowaniu potrójnego procesu. Piec płomienny może być opalany tanim paliwem np. pyłem węglowym lub gazem czadnicowym. Według angielskich doświadczeń [24] piec płomienny obrotowy posiadać powinien pojemność równą 75% godzinowej wydajności żeliwiaka. Pobieranie i dolewanie żeliwa odbywa się periodycznie zgodnie z cyklem pracy żeliwiaka i konwertora, przy czym żeliwo podlega przegrzewaniu średnio przez 45 minut. Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne pieca obrotowego winny być pokryte z nadwyżką przez oszczędności procesu niskokrzemowego. Pozytywnego wyniku ekonomicznego można oczekiwać we większych odlewniach o ciągłym ruchu lub co najmniej 2-zmianowej pracy.

Proces tlenowy

W omówionych powyżej odmianach procesu konwertorowego zachodziły zmiany w składzie chemicznym przedmuchiwane go żeliwa, w szczególności zawartości krzemu. Ulepszanie procesu może być osiągnięte również przez zmiany innych czynników, biorących udział w procesie świeżenia. Jednym z nich jest powietrze, którego zużycie ilościowe znacznie przekracza ciężar świeżonego metalu (około 3-krotnie). Do intensyfikacji procesu może się znacznie przyczynić zwiększenie zawartości tlenu w dmuchu.

Idea użycia tlenu lub powietrza wzbogaconego w tlen do procesów metalurgicznych datuje się już od 30 lat. Szczególnie często rozważano możliwość zastosowania tlenu do wielkiego pieca i konwertora. Dmuchając do konwertora powietrze atmosferyczne, wprowadza się doń objętościowo prawie cztery razy więcej ($3,762$) azotu niż tlenu, potrzebnego do świeżenia domieszek. Wdmuchiwany azot zabiera duże ilości ciepła, uchodząc ze spalinami z konwertora. Ilość ciepła jaką się traci tą drogą wynosi około 20% całkowitego ciepła procesu. W zastosowaniu tlenu do procesu konwertorowego długo stały na przeszkodzie względy ekonomiczne. Sytuacja uległa zmianie w czasie drugiej wojny światowej, gdy udało się obniżyć koszt otrzymania tlenu do tego stopnia, że zastosowanie go w procesach metalurgicznych stało się opłacalne. Warto więc zastanowić się, jaki wpływ wywrze wzbogacony dmuch na przebieg procesu.

Badania Haag'a [11] wykazały, że ze wzrostem ilości tlenu w dmuchu skraca się proporcjonalnie czas dmuchania, co doprowadziło do ustalenia zależności:

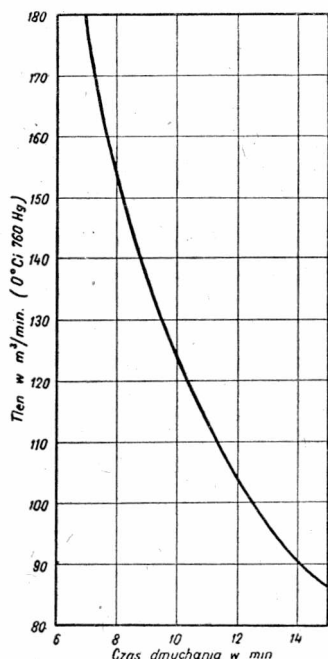
$$t \cdot x = \text{const.} \quad [19]$$

gdzie t — czas dmuchania,

x — % zawartości tlenu w dmuchu.

Zależność czasu dmuchania od zawartości tlenu podaje przykładowo rysunek 9.

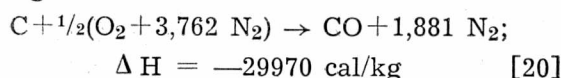
Skrócenie czasu dmuchania daje korzyści, polegające na zmniejszeniu strat ciepłych w gazach uchodzących z konwertora, podobnie jak to było omawiane w procesie niskokrzemowym. Oprócz tego zastosowanie tlenu



Rys. 9. Wpływ zawartości tlenu w dmuchu na czas dmuchania w konwertorze [19]

daje jeszcze dodatkowo duże korzyści częściowego lub całkowitego usunięcia azotu. Dla wykazania tych korzyści podaje się następujące przeliczenia na podstawie danych z literatury zagranicznej [20].

Reakcja utlenienia węgla na tlenek węgla ($C \rightarrow CO$) kosztem tlenu z powietrza przebiega według wzoru:



Do obliczeń przyjmujemy, że reakcja powyższa zachodzi w temperaturze 1300°C.

Produkty utlenienia w postaci jednego mola tlenku węgla i 1,881 mola azotu będą więc także nagrzane do temperatury 1300°C. Na nagrzanie 1 mola CO względnie N_2 do temperatury 1300°C potrzeba 9450 cal, tak więc na nagrzanie 2,881 mola CO i N_2 potrzeba:

$$9450 \times 2,881 = 27225 \text{ cal}$$

Węgiel w metalu przed wejściem w reakcję był nagrzany do temperatury 1300°C i w związku z tym wniósł on:

$$0,376 \times 12 \times 1300 = 5865 \text{ cal}$$

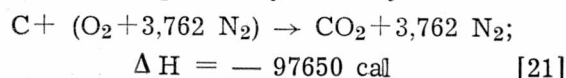
Tak więc na nagrzanie kąpieli dysponujemy ilością ciepła:

$$29970 + 5865 - 27225 = 8610 \text{ cal}$$

Z tego wynika, że na 1 gram reagującego tlenu wydzieli się $8610 : 16 = 539$ cal w zamian za 1873 cal wniesione przez reakcję utleniania węgla na tlenek węgla.

Obliczmy obecnie jakie korzyści ciepłne w konwertorze daje użycie technicznie czystego tlenu do utlenienia węgla w żeliwie na tlenek węgla. W tym wypadku należy ogrzać do temperatury 1300°C tylko 1 mol powstałego CO kosztem 9450 cal, tak więc na nagrzanie kąpieli pozostanie $29970 + 5865 - 9450 = 26380$ cal tj. w przeliczeniu na 1 gram tlenu 1649 cal. Wynika stąd, że użycie czystego tlenu do utlenienia węgla na CO pozwala wykorzystać o $1649 - 539 = 1110$ cal tj. o 206% więcej ciepła na podgrzanie metalu.

W reakcji utlenienia $C \rightarrow CO_2$ powietrzem wydzieli się ciepło w myśl reakcji:



Ponieważ podobnie jak przy poprzedniej reakcji zakładamy, że przebiega ona również w 1300°C musimy uwzględnić ciepło nagrzewania się gazów do tej temperatury, które wynosi dla 1 mola CO_2 — 15280 cal a dla 3,672 mola N_2 — 35551 cal, a więc całkowita ilość ciepła jaka uchodzi z konwertora wynosi:

$$15280 + 35551 = 50831 \text{ cal}$$

Węgiel przy temperaturze 1300°C zawiera 5865 cal. Tak więc w kąpieli pozostaje: $97650 + 5865 - 50831 = 52684$ cal, co na 1 gram tlenu daje 1644 cal.

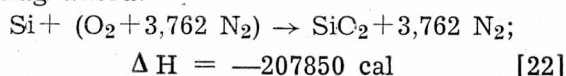
Przy zastosowaniu czystego tlenu straty ciepła ograniczą się jedynie na podgrzanie 1 mola CO_2 . Przez to po ukończeniu reakcji w metalu zostanie oddane do kąpieli:

$$97650 + 5865 - 15280 = 88235 \text{ cal.}$$

co na 1 gram tlenu daje 2752 cal zamiast 1644 cal, przy zastosowaniu powietrza do świeżenia.

Przy zastosowaniu czystego tlenu uzyska się więc w tym wypadku o 67% więcej ciepła.

Przeliczmy jeszcze jaka ilość ciepła pozostanie w konwertorze przy utlenieniu krzemu tlenem powietrza i czystym tlenem. Reakcja utleniania krzemu tlenem dmuchu przebiega według wzoru:



Zakładamy, że reakcja ta przebiega w temperaturze 1200°C. Tlen i azot powinny być nagrzane do temperatury metalu tj. do temperatury reakcji. Na nagrzanie 3,762 części azotu i jednej części tlenu powietrza dmuchu do 1200°C potrzeba $8720 \times 4,762 = 41525$ cal, gdzie:

8720 — ilość kalorii 1 mola objętości powietrza.

Do kąpieli zatem przejdzie $207850 - 41525 = 166325$ cal, co na 1 G tlenu daje $166325 : 32 = 5200$ cal.

W wypadku zastosowania czystego tlenu wielkość ta będzie znacznie większa, bowiem straty ciepła będą wynosić:

$$8720 \times 1,0 = 8720 \text{ cal}$$

wobec czego kąpieli zostanie oddana ilość ciepła:

$$207850 - 8720 = 199130 \text{ cal}$$

co na 1 G tlenu daje 6223 cal, a więc o 21,5% więcej niż przy stosowaniu powietrza do dmuchu.

Jak więc widzimy różnica w ilości ciepła, która przechodzi dodatkowo do metalu w wyniku zastosowania czystego tlenu do wypalania domieszek jest bardzo duża. Zastosowanie dmuchu z częściowo zwiększoną ilością tlenu powoduje przejście dodatkowej ilości ciepła proporcjonalnie do stopnia wzbogacenia dmuchu. Te dodatkowe ilości ciepła spowodują szybki wzrost temperatury kąpieli, a tym samym przyspieszą wypalanie domieszek, szczególnie węgla.

Badania prowadzone w ZSRR jeszcze w 1934 r. doprowadziły do stwierdzenia, że konwertor z bocznym dmuchem można prowadzić na czystym tlenie. Trudności z materiałami ogniotrwałymi doprowadziły jednak do zaprzestania badań. Wznowiono je w 1945 r. w Zakładach Kuźnickich [3] na specjalnie zainstalowanym 1,5 tonowym konwertorze o wyłożeniu kwaśnym. Prowadzono doświadczenia z dmuchem zawierającym 100, 75 i 50% tlenu. Tlen dostarczano z centralnego urządzenia rurą pod ciśnieniem 10 atm. Całkowity czas dmuchania wynosił przeciętnie:

dla czystego tlenu	4,5 minuty
dla 75% tlenu w dmuchu	11 minut
dla 50% „ „ „	13 minut

Zużycie tlenu wynosiło przeciętnie 40 m³/t metalu, podczas gdy przy dmuchu zwykłym zużycie powietrza wynosiło około 300 m³ czyli 63 m³ tlenu/t metalu.

W Anglii [12] prowadzono również badania, co do możliwości stosowania dmuchu wzbogaczonego w tlen w konwertorze z bocznym dmuchem o pojemności 2 t i przekroju owalnym. W próbach tych stosowano dmuch o zawartości 30÷60% tlenu. Z przeprowadzonych prób wyciągnięto między innymi następujące wnioski:

1. Czas dmuchania skraca się o połowę przy stosunkowo umiarkowanym wzbogaceniu dmuchu tlenem.

2. Straty dmuchania zmniejszają się ze wzbogaceniem dmuchu.

3. Wykorzystanie tlenu jest lepsze we wzbogaconym dmuchu. Nadmiar tlenu w stosunku do ilości teoretycznej jest mniejszy.

4. Dodatek Fe-Si w czasie wytopu nie jest potrzebny.

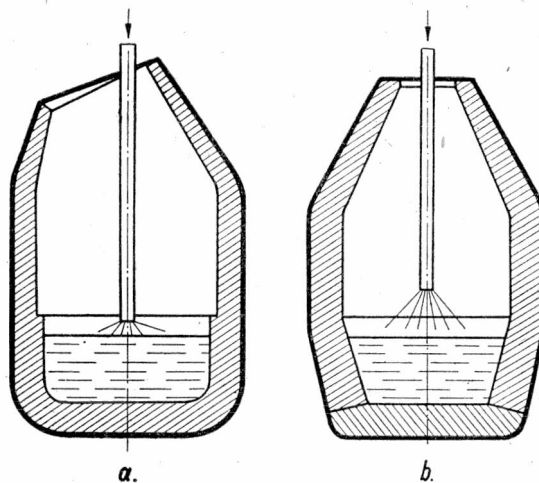
5. Istnieje łatwiejsza kontrola punktu końcowego procesu.

Pełne zastosowanie tlenu do dmuchu konwertorowego na skalę przemysłową zostało rozwiązane w procesie tlenowym¹⁾, zwanym w

1) Niem. — Sauerstoffstahl-Verfahren.

skrótce „L-D“ od dwu stalowni austriackich w Linzu i Donawitz, w których opracowano i na wielką skalę wprowadzono świeżenie stali tlenem. Proces „L-D“ powstał i rozwinął się jako proces stalowniczy [4; 5; 25; 29]; jednakże charakter procesu i własności uzyskiwanej tą metodą stali (wysokie przegrzanie, duża czystość) wyraźnie kwalifikują proces tlenowy do celów odlewniczych i należy spodziewać się, że prędzej, czy później znajdzie on zastosowanie w odlewnictwie. Z tego powodu poświęcimy mu nieco uwagi.

Proces „L-D“ jest niewątpliwie nowym rodzajem procesu konwertorowego. Konwertor nie posiada dysz ani w dnie ani w bocznej



Rys. 10. Konwertor tlenowy typu L-D
a — kształt niesymetryczny, b — kształt symetryczny

ściąganie a czysty tlen do świeżenia doprowadzony jest specjalną dyszą, wprowadzoną do wnętrza gruszki przez otwór gardzielowy (rys. 10). Dysza ma końcówkę z miedzi, intensywnie chłodzoną wodą. Korpus konwertora może mieć kształt niesymetryczny jak dotychczas lub symetryczny (rys. 10b). Ze względu na przeznaczenie konwertorów do celów stalowniczych zastosowano w procesie „L-D“ wyłożenie zasadowe, lecz nie należy spodziewać się trudności przy wyłożeniu kwaśnym, jakie napotkano we wzmiankowanych badaniach rzadziejących w konwertorze z bocznym dmuchem, z uwagi na to, że doprowadzenie tlenu nie odbywa się przez dyszę w wykładzinie konwertora. W procesie „L-D“ tlen o czystości 98,5 do 99,5% O₂ doprowadza się pod ciśnieniem 25 atm. W opisanych doświadczeniach i praktyce stalowniczej świeżono ciekłą surówkę martenowską o składzie: C = 4,0÷4,4%, Si = 0,2 lub 0,9÷1,1%, Mn = 1,3÷2,5%, P = 0,08÷0,15%, S = 0,03÷0,05%, uzyskując tak wysoką temperaturę kąpieli, że pozwalała ona na wprowadzenie do konwertora odpadków ze stalowni w wysokości 17÷27% tj. na zużycie całego złomu obiegowego huty.

Według doświadczeń przeprowadzonych w Kanadzie [25] rezerwy ciepła uzyskiwane w procesie tlenowym wynosiły 124 kcal/kg stali, częściowo zużyte na stopienie złomu (ok. 65 kcal/kg gotowej stali). Należy zauważyć,

że konwerter tlenowy sprzężony z żeliwiakiem nie dysponowałby wsadem stosowanym w procesie „L-D“, lecz ciekłym żeliwem różniącym się pod względem zawartości węgla ($4,4-3,0 = 1,4\%$ C) oraz manganu ($1,3-0,3 = 1,0\%$ Mn)¹⁾. Różnice te dałyby przy świeżeniu czystym tlenem zmniejszenie ciepła reakcji o około 130 kcal/kg stali, co mimo możliwości podwyższenia temperatury żeliwa w stosunku do temperatury surówki o około 200°C i uzyskania w formie „fizycznego ciepła“ około 38 kcal/kg żeliwa nie dałoby potrzebnego do celów odlewniczych przegrzania wyświeżonej stali.

Z tego przeliczenia wynika, że zasadowy proces skutkiem zużywania dużej ilości ciepła na prowadzenie żużla, przy zwykłym wsadzie uzyskiwanym z przetopienia stali w żeliwiaku nie nadawałby się do celów odlewniczych. Wydaje się jednak prawdopodobne, że przez odpowiednią zmianę składu wsadu żeliwiakowego np. podwyższenie fosforu, dałoby się uzyskać właściwe rezultaty. Drugim rozwią-

zaniem byłoby zastosowanie kwaśnego procesu.

Zalety procesu „L-D“ polegają na uzyskaniu stali wysokiej jakości nieustępującej stali wytwarzanej w piecach martenowskich lub elektrycznych, a nawet ją przewyższającej [5; 13; 27]. Zalety te w połączeniu z ekonomią procesu są niewątpliwie przyczyną bardzo szybkiego rozpowszechnienia się procesu „L-D“ w hutnictwie za granicą. W roku 1953 wyprodukowano w obu austriackich hutach 330 tysięcy ton, a plan na rok 1954 wynosił 450 tysięcy ton. Z końcem 1954 r. miała ruszyć jedna stalownia w Kanadzie, a dwie dalsze były w budowie [25].

Jest rzeczą jasną, że ze względu na konieczność budowy wytwórni tlenu przy odlewni metoda ta mogłaby wchodzić w rachubę tylko w dużych zakładach. Koszty inwestycyjne stalowni opartych na procesie „L-D“ wynoszą według danych austriackich [5] 45÷54% kosztów stalowni martenowskiej, a zatem powinny być niższe również od kosztów budowy elektrostalowni. (d. n.)

Mgr inż. TADEUSZ CHABOWSKI

621.74:662.6:620.9

Znaczenie gospodarki cieplnej w odlewnictwie*)

Wpływ stanu gospodarki cieplnej na ilościowe możliwości produkcyjne odlewni oraz na jakość produkcji i wysokość kosztów własnych wytwarzania. Możliwości oszczędności paliwa w krajowym przemyśle odlewniczym w oparciu o dane radzieckie. Przyczyny niezadawalającego stanu gospodarki cieplnej w odlewnictwie i wytyczne dla jej poprawy.

Określenie pojęcia gospodarki cieplnej w odlewnictwie

Przez odlewniczą gospodarkę cieplną będziemy rozumieć całokształt zagadnień związanych ze zjawiskami cieplnymi, które występują w odlewniczych procesach technologicznych bez względu na źródło pochodzenia energii cieplnej (energia chemiczna — paliwa stałe, ciekłe i gazowe lub energia elektryczna). Przykładami zagadnień gospodarki cieplnej w odlewniczych procesach technologicznych, w których zjawiska cieplne odgrywają poważną rolę są: suszenie piasku, form i rdzeni, topienie metali, świeżenie stali w konwerterach z bocznych dmuchem, wyżarzanie żeliwa ciągliwego itp.

Również do odlewniczej gospodarki cieplnej zaliczymy ogrzewnictwo i wentylację odlewni oraz gospodarkę sprzężonym powietrzem, które znajduje zastosowanie w procesie wykonywania form i rdzeni, w wykańczaniu odlewów (oczyszczanie itp.), oraz w wewnętrznym transporcie odlewni.

Przy uwzględnieniu energii elektrycznej, zastosowanej do poruszania suwnic, do napędu

różnych urządzeń w odlewni do topienia w piecach elektrycznych itp., szerszym pojęciem będzie pojęcie odlewniczej gospodarki energetycznej.

Wpływ gospodarki cieplnej na produkcję odlewni

Gospodarka cieplna posiada duże znaczenie dla produkcji odlewni — tak ilościowej jak i jakościowej — oraz wpływa na wysokość kosztów własnych produkcji. Ilościowe możliwości produkcyjne odlewni zależą między innymi od przepustowości względnie wydajności jej cieplnych urządzeń odlewniczych: żeliwiaków, suszarni, pieców tyglowych, żarzaków itp. Porównanie obecnej średniej wydajności krajowych pieców

Tabela 1
Średnie wydajności pieców tyglowych koksowych z podmuchem do topienia brązów i mosiądzów

Pojemność tygla	kg	100	200	300
Średnia wydajność pieca przy sześciogodzinnej nieprzerwanej pracy	kg/godz.	według źródeł radzieckich		
		100	200	300
		w praktyce krajowej		
		50	100	180

tyglowych z podmuchem do topienia brązów i mosiądzów opalanych koksem, z średnią wydajnością pieców tego samego rodzaju według źródeł radzieckich podaje tablica 1, z której wynika, że drogą racjonalizacji gospodarki cieplnej w dziedzinie topienia metali nieżelaznych (odpowiednia konstrukcja pieca, poprawny sposób prowadzenia procesu topienia itp.) jesteśmy w stanie zwiększyć możliwości produkcyjne odlewni wyposażonej w piece tego rodzaju orien-

1) W doświadczeniach kanadyjskich operowano wsadem o zawartości 1,3% Mn.

*) Referat wygłoszony na Konferencji oszczędność paliwa, zorganizowanej przez Zarząd Główny STOP dla odlewni resortu MPD i R w dniu 20. 9. 1954.

Porównawcze wskaźniki pracy żeliwiaków różnych systemów [1]

Określenie wskaźnik	Żeliwiaki bez podgrzewania dmuchu		Żeliwiaki z podgrzewaniem dmuchu			Żeliwiaki z dmuchem wzbogacającym w tlen
	z jednym rzędem dysz	z trzema rzędami dysz	z wykorzystaniem ciepła jawnego gazów odlotowych	z wykorzystaniem ciepła jawnego i utajonego gazów odlotowych	przy pomocy spalania osobnego paliwa	
Średnia temperatura dmuchu w °C	20	20	150÷200	250÷350	400÷500	20
Temperatura żeliwa na rynn timer 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 żeliwiaka w t/m² godz.	5÷5,5	6÷6,5	7÷7,5	7,5÷8,0	9÷10	12÷15
Zmniejszenie względne zawartości siarki**)	1,0	0,9	0,85	0,80	0,70	0,5
Współczynnik sprawności cieplnej żeliwiaka w %	28÷30	32÷35	35÷40	42÷47	50÷60	37÷46

*) Bez uwzględnienia zużycia paliwa dla podgrzania dmuchu.

**) Za jednostkę przyjęto zawartość siarki w żeliwie przy topieniu w jednorzędowym żeliwiaku. Przy zastosowaniu koksu marki LK-2, LK-3 (oznaczenia radzieckie) zawartość siarki w żeliwie wynosi 0,1÷0,2%, przy zastosowaniu koksu marki LK-1 zawartość siarki waha się w granicach 0,07÷0,09%.

tacyjnie o 50%. Przykłady tego samego typu z innych dziedzin odlewniczej gospodarki (np. w szusarnictwie — za długi cykl suszenia) wskazują wyraźnie, że w każdym etapie procesu produkcyjnego odlewni przez usprawnienie gospodarki cieplnej istnieją możliwości zwiększenia produkcji.

Przykładem zależności jakości i ilości produkcji odlewni od stanu gospodarki cieplnej niech będą osiągnięcia radzieckie w dziedzinie topienia żeliwa w żeliwaku. Tablica 2 [1] ilustruje nam w jaki sposób dzięki zastosowaniu:

- żeliwiaków trójrzędowych,
- podgrzewania dmuchu żeliwiakowego,
- wzbogacenia tlenem dmuchu żeliwiakowego,

można uzyskać nie tylko zwiększenie produkcji odlewni (wyższa wydajność żeliwiaków) i polepszenie jakości odlewów (wyższa temperatura przegrzania żeliwa, niższa zawartość siarki w żeliwie), lecz także można osiągnąć obniżenie rozchodu koksu.

Na wysokość kosztów własnych produkcji 1 tony dobrych odlewów, oprócz kosztów materiałów wyjściowych (surówki, złom żeliwny i stalowy, piasek formierski, spoiwa itp.), robocizny bezpośredniej itp. wpływają też koszty paliwa, energii elektrycznej, pary, sprężonego powietrza, oraz obsługi i konserwacji urządzeń cieplnych w zakresie:

- przygotowania masy formierskiej i rdzeniarskiej (suszenie piasku, gliny)
- wykonania form i rdzeni (zastosowanie sprężonego powietrza do maszyn i narzędzi)
- suszenia form i rdzeni
- topienia metalu
- zalewania form (podgrzewania kadzi odlewniczych)
- obróbki cieplnej odlewów (wyżarzanie, hartowanie itp.)
- wykańczania odlewów (urządzenia i narzędzia na sprężone powietrze)
- wewnętrzny transport (pneumatyczne podnośniki)
- ogrzewnictwa i wentylacji.

Tablica 3 [1] podaje według źródeł radzieckich średnie zapotrzebowanie materiałów (paliw) i średnie zużycie energii do produkcji jednej tony dobrych odlewów.

Dane te odnoszą się do produkcji odlewów żeliwnych (bez obróbki cieplnej). Z tablicy 3 wynika, że w ZSRR średnie zużycie paliwa do tego rodzaju produkcji wynosi 0,4 ton na tonę dobrych odlewów, natomiast zapotrzebowanie

Tablica 3
Średnie zapotrzebowanie materiałów i zużycie energii do produkcji 1 tony dobrych odlewów [1]

	Ilość w tonach na 1 tonę dobrego odlewu
Zużycie materiałów	
Surówka	0,60
Złom kupny	0,30
Materiał obiegowy	0,40
Topniki	0,10
Paliwo produkcyjne	0,20
Paliwo pomocnicze	0,20
Materiały ogniotrwałe	0,10
Materiały formierskie	0,90
Łączne zużycie materiałów:	2,80
Zużycie energii *)	
Produkcyjna energia elektryczna 250 kwh/t dobrych odlewów	0,25
Energia elektryczna zużyta do ogrzewania i wentylacji	0,10
Para wodna dla celów ogrzewniczych (1,0 t. normaln. pary)	0,10
Sprężone powietrze 500 m³/tonę dobrych odlewów	0,10
Inne rodzaje energii	0,05
Całkowite zużycie energii:	0,60

*) w przeliczeniu na paliwo umowne o wartości opałowej 7000 kcal/kg.

energii elektrycznej, pary wodnej i sprężonego powietrza w przeliczeniu na paliwo umowne o wartości opałowej 7000 kcal/kg odpowiada zużyciu 0,6 t paliwa na tonę dobrych odlewów. Sumaryczne więc średnie zużycie paliwa według danych radzieckich odpowiada 1 tonie na tonę dobrych odlewów.

Ustalmy orientacyjnie średnie zużycie paliwa dla produkcji 1 tony dobrych odlewów z żeliwa szarego w obecnej sytuacji krajowej przy założeniu, że odlewanie następuje do form wysuszonych i nie jest przeprowadzana obróbka

ciepła odlewów. Specyfikacja zapotrzebowania paliwa będzie przedstawiać się następująco:

przygotowanie masy formierskiej i rdzeniowej (suszenie piasku i gliny)	0,18 t paliwa/t dobrego odlewu
suszenie form i rdzeni ¹⁾	0,20 „ „ „ „
topienie metalu:	
rozchód koksu wsadowego	0,20 „ „ „ „
rozchód koksu wypełniającego	0,02 „ „ „ „
podgrzewanie kadzi odlewniczych, rozpalamie żeliwiaka i t. p.	0,02 „ „ „ „
Razem	0,62 t paliwa/t dobrego odlewu

Gdy zapotrzebowanie energii elektrycznej, pary (lub paliwa do bezpośredniego ogrzewania) i sprężonego powietrza przyjmujemy dla naszych krajowych warunków wyższe tylko o 20% od średniego radzieckiego zużycia, to otrzymamy całkowite zapotrzebowanie paliwa w wysokości:

$$0,62 + 0,60 \times 1,2 = 1,34 \text{ t paliwa na tonę dobrych odlewów}$$

Przyjmując średnią cenę paliwa w kwocie zł 200 za tonę, otrzymamy koszt zużycia paliwa w naszych warunkach krajowych w wysokości 268 zł do produkcji 1 tony dobrych odlewów z żeliwa szarego. Przy orientacyjnie przyjętym całkowitym koszcie produkcji 1 tony dobrych odlewów w kwocie zł 2000, koszt paliwa i energii stanowi średnio około 13% całkowitego kosztu produkcji 1 tony dobrych odlewów. Otrzymany wynik obliczenia mógłby prowadzić do powierzchownego wniosku, że zagadnienie oszczędności paliwa w przemyśle odlewniczym ma drugorzędne znaczenie. Rozpatrzmy jednak to zagadnienie nie tylko z „podwórka“ własnej odlewni, lecz rozważmy tę kwestię w skali ogólnokrajowej gospodarki socjalistycznej. Przypuśćmy orientacyjnie, że produkujemy lub będziemy produkować rocznie około 500 000 ton odlewów. Przy założeniu, że obniżyliśmy zużycie paliwa do wysokości 1 t/t dobrego odlewu, otrzymamy orientacyjną oszczędność:

$$500\,000 \times 0,34 = 170\,000 \text{ t paliwa na rok}$$

Oszczędność ta przy średniej cenie paliwa 200 zł/t odpowiada oszczędności 34 milionów złotych w skali ogólnokrajowej. Odlewnicy polscy mogliby oddać do dyspozycji społeczeństwa oprócz 500 000 ton dobrych odlewów 17 000 dziesięciotonowych wagonów paliwa, które by utworzyły pociąg o długości ok. 170 km. Za wartość zaoszczędzonego paliwa można by było np. zbudować około 340 domków jednorodzinnych, o 4 izbach każdy. Jeśli uwzględnimy fakt, że racjonalna gospodarka ciepła da nie tylko oszczędność paliwa, lecz także spowoduje zwiększenie możliwości produkcyjnych odlewni i przyczyni się do podniesienia jakości produkcji, oraz jeśli weźmiemy pod uwagę inne dziedziny odlewnictwa (produkcję odlewów z żeliwa ciągliwego, z metali nieżelaznych oraz produkcję odlewów stalowych), to okaże się, że możliwości oszczędności wynikające ze zmniejszenia zużycia paliwa w przemyśle odlewniczym są

znacznie wyższe. Wynika z tego, że intensywny udział odlewników polskich w walce o oszczędność paliwa jest celowy i bezwzględnie konieczny.

Znaczenie oszczędności paliwa w skali ogólnokrajowej

Węgiel stanowi nasze główne źródło energii oraz jest jednym z zasadniczych surowców w szeregu procesów przeróbki chemicznej i z tego tytułu ma podstawowe znaczenie dla naszego przemysłu hutniczego, chemicznego, maszynowego itp., a jednocześnie będąc artykułem eksportowym przedstawia poważną pozycję w naszym handlu zagranicznym, jako źródło dewiz lub towar wymienny, za który otrzymujemy zagraniczne maszyny, urządzenia i surowce. Dzięki posiadaniu potężnej bazy węglowej szybko odbudowaliśmy i przebudowujemy Polskę. Od stanu gospodarki węglem między innymi zależy szczególnie dalszy rozwój gospodarczy Państwa, tempo wzrostu siły gospodarczej i szybkość podniesienia stopy życiowej wszystkich obywateli. Przytoczmy zdania *tow. Minc* ogłoszone na II Zjeździe Partii, które nie tylko podkreślają doniosłe znaczenie węgla dla naszej gospodarki narodowej i dla gospodarki związanych z nami przyjaźnią krajów pokoju i demokracji, ale również nakazują między innymi daleko idącą, konsekwentną oszczędność w zużyciu paliwa, energii elektrycznej itp., wyrażoną w następujących słowach: „Jeżeli chodzi o surowce, które wydobywamy na wielką skalę, to jest nim węgiel kamienny. Polska zajęła w produkcji węgla piąte miejsce na świecie i drugie po Związku Radzieckim wśród krajów obozu pokoju i socjalizmu. W obecnym roku wydobyjemy węgla 2,5 razy więcej, niż przed wojną i więcej niż Francja, Belgia i Włochy razem wzięte. Myliłby się jednak ten, kto by sądził, że na tych osiągnięciach można poprzestać, myliłby się dlatego, że jak wynika z analizy obecnej sytuacji, osiągnięcie pełnych zadań planu 6-letniego jest zagrożone i zagrożenie to należy w jak największym stopniu zmniejszyć, jednocześnie pamiętając, że i po zakończeniu planu 6-letniego będziemy musieli dalej intensywnie rozwijać produkcję węgla kamiennego dla zaspokojenia rosnących potrzeb kraju i potrzeb krajów importujących nasz węgiel, a w pierwszym rzędzie zaprzyjaźnionych krajów obozu demokracji i socjalizmu“.

W związku z walką o obniżkę kosztów własnych *tow. Minc* powiedział:

„Walka o pełne wykonanie planu w zakresie kosztów własnych musi prowadzić do likwidacji wszelkiego rodzaju przerostów w zatrudnieniu, do usprawnienia zaopatrzenia materiałowo-technicznego, do pełnego opracowania i wprowadzenia progresywnych norm zużycia materiałów. Do ustalenia ścisłej ewidencji rozchodu materiałów i kontroli ich zużycia, do oszczędności w zakresie surowców i stosowania surowców zastępczych, do likwidacji nadmiernych rezerwów w produkcji i obrocie towarowym“.

Widzimy więc, że musimy w każdej dziedzinie naszego przemysłu:

¹⁾ Dane radzieckie [2] podają zużycie paliwa do suszenia form i rdzeni w wysokości 100÷150 kg na 17 dobrych odlewów.

- a. zwiększyć ilość i podwyższyć jakość dotychczasowej produkcji,
 - b. zapoczątkować produkcję nowych asortymentów towarów,
- oraz dla nagromadzenia środków finansowych w rękach Państwa musimy:
- c. osiągnąć obniżkę kosztów własnych produkcji przez wzrost wydajności i bezwzględna walkę z marnotrawstwem materiałów, zwłaszcza paliw i energii.

Dotychczasowy stan gospodarki cieplnej w odlewnictwie

W rozwoju odlewniczej gospodarki cieplnej w zakładach starych od okresu Wyzwolenia wyróżnić można cztery etapy. W pierwszym etapie nastąpiło uruchomienie wszelkimi sposobami istniejących urządzeń cieplnych (żeliwiaków, suszarni, pieców do obróbki cieplnej itp.) dla rozpoczęcia produkcji odlewniczej. W następnym etapie należało przeprowadzić remonty gruntowne tych urządzeń, które zdały egzamin przydatności technologicznej dla zabezpieczenia ciągłości produkcji; nieodpowiednie urządzenia należało zastąpić nowymi odpowiednimi jednostkami. Trzeci etap powinien charakteryzować się tendencjami w dziedzinie usprawnienia pracy urządzeń cieplnych (zwiększenie wydajności, obniżenie wysokości zużycia paliwa, zwiększenie higieny i bezpieczeństwa pracy) drogą:

- a. zastosowania lepszych metod prowadzenia procesu i obsługi
- b. zastosowanie odpowiedniejszego (nie koniecznie droższego) paliwa
- c. zmian konstrukcji urządzeń cieplnych systemem gospodarczym.

W czwartym etapie należy unowocześnić gospodarkę cieplną przez zaangażowanie środków finansowych z funduszu inwestycyjnego w zasadniczych zmianach konstrukcji urządzeń (zastosowanie odzysku ciepła spalin odlotowych itp.) lub w wielu przypadkach korzystniej będzie z punktu widzenia ekonomiczno-technologicznego unowocześnić produkcję odlewni przez zainstalowanie urządzenia, będącego wyrazem zdobyczy nauki i techniki.

Na podstawie analizy obecnej sytuacji w dziedzinie krajowej gospodarki cieplnej w odlewnictwie dochodzimy do paradoksalnego wniosku, że z jednej strony w większości naszych starych zakładów spotykamy urządzenia, będące niestety w pierwszym etapie, a bardzo rzadko po etapie gruntownych remontów, z drugiej zaś strony w niektórych zakładach spotykamy nowoczesne urządzenia cieplne, zwłaszcza żeliwiaki nowej produkcji krajowej, opartej przeważnie o doświadczenia radzieckie.

W zakresie wydajności urządzeń cieplnych, uzależnionej od czasu trwania procesu technologicznego (topienia, suszenia itp.) oraz zależnej od współczynnika wykorzystania przestrzeni roboczej danego urządzenia (suszarnie, żarzaki itp.) spotykamy wartości znacznie niższe od liczb przyjętych za normatywne w krajach produkującej techniki, np. ZSRR.

Odnosnie wysokości zużycia paliwa stałego, gazowego i ciekłego, energii elektrycznej, spre-

żonego powietrza itp. nie tylko, że spotykamy się również z cyframi znacznie przekraczającymi odpowiednie normatywne dane radzieckie, lecz w wielu wypadkach nie otrzymamy cyfr wiarygodnych ze względu na brak aparatury pomiarowej w tej dziedzinie. W zakładach nowo budowanych sytuacja w dziedzinie odlewniczej gospodarki cieplnej przedstawia się względnie lepiej, lecz jeszcze niestety odbiega od poziomu podyktowanego obecnym stanem nauki i techniki.

Przyczyny niezadawalającego stanu odlewniczej gospodarki cieplnej

Przyczyn niezadawalającego stanu odlewniczej gospodarki cieplnej należy szukać w pierwszym rzędzie w fakcie niedoceniania przez naszych odlewników znaczenia zagadnień cieplnych w produkcji odlewów. Z niedoceniania tego wynika nie tylko niedostateczny poziom opanowania teoretycznych podstaw gospodarki cieplnej przez nasze kadry inżyniersko-techniczne, lecz także brak podstawowych wiadomości z tego zakresu wśród personelu obsługującego urządzenia cieplne (piecowi, ładowacze). Podczas gdy od palaczy kotłowych wymaga się pewnego określonego zasobu wiadomości teoretycznych w związku z wykonywaną przez nich pracą, oraz przeprowadza się szkolenie ich w tej dziedzinie, zakończone egzaminowaniem wiadomości w formie egzaminu końcowego, to — w przeciwieństwie do tego — odnośnie kwalifikacji naszego piecowego w odlewni (obsługa żeliwiaków, suszarni, żarzaków itp.) nie stawia się pewnych ściśle określonych wymagań, podyktowanych obecnym stanem nauki i techniki. Wartość pracy piecowego w odlewni jest przecież co najmniej tego samego rzędu, o ile nie wyższa od wartości pracy palacza kotłowego, jeżeli uwzględnimy, że od jakości pracy piecowego zależy nie tylko wysokość zużycia paliwa, ale również w dużym stopniu ilość produkcji i jej jakość.

Na nieodpowiedni stan gospodarki cieplnej wpływa również ujemnie wyposażenie starych odlewni w prymitywne i przestarzałe urządzenia, przyjęte w spuściznie po gospodarce przedwojennej oraz brak zaopatrzenia urządzeń cieplnych w pomiarowo-kontrolną aparaturę. Taka aparatura nie tylko daje możliwość przeprowadzenia ścisłej ewidencji zużytego paliwa i energii elektrycznej, lecz również umożliwia racjonalne prowadzenie danego procesu technologicznego.

Dzięki pracom naszych biur konstrukcyjnych krajowy przemysł odlewniczy zostanie w najbliższych latach zaopatrzony nie tylko w nowoczesne żeliwiaki (z chłodzeniem obmurza, z dmuchem wzbogaconym tlenem z podgrzewaniem dmuchu żeliwiakowego), lecz otrzyma również takie nowoczesne urządzenia cieplne jak: piece tyglowe, suszarnie, piece do obróbki termicznej itp., oraz cieplną aparaturę pomiarowo-kontrolną, aparaturę z automatyczną rejestracją wyników pomiarów a nawet całkowicie zautomatyzowane urządzenia cieplne.

Wytyczne dla poprawy stanu gospodarki cieplnej w odlewni

Właściwe prowadzenie gospodarki cieplnej powinno przynieść w rezultacie ilościowy i jakościowy wzrost produkcji odlewniczej przy równoczesnym obniżeniu kosztów własnych a zatem pozwolić na realizację zasady: „Wytwarzać więcej, lepiej i taniej“.

Aby *wytwarzać więcej* należy zwiększyć przepustowość urządzeń cieplnych, nie uciekając się przy tym do zwiększenia zużycia paliwa, i energii elektrycznej.

Osiągnąć to można przez:

- skrócenie cyklu pracy urządzenia cieplnego na jednostkę wsadu np. piece do topienia, suszarni, żarzaków, nie pogorszając przy tym współczynnika sprawności termicznej oraz nie obniżając wskaźnika przydatności technologicznej produktu (np. suszonej formy).
- zwiększenie współczynnika wykorzystania przeszerzeni roboczej danego urządzenia cieplnego, co znajduje zastosowanie np. w odniesieniu do suszarni, żarzaków itp.
- zastosowanie odpowiedniego paliwa (niekoniecznie droższego, a nawet tańszego) oraz wprowadzenie bardziej racjonalnego jego spalania, które w wyniku da zwiększenie ilości ciepła, przyjmowanego przez jednostkę (ciężarową) wsadu.

Wprowadzenie podanych środków wymaga w pierwszym rzędzie ścisłej rewizji dotychczasowej metody cieplnej prowadzenia procesu (topienia, suszenia, żarzenia) zmian w konstrukcji posiadanego urządzenia lub nawet jego wymiany na nową jednostkę. Biorąc pod uwagę obecny poziom prowadzenia u nas cieplnych procesów odlewniczych wydaje się, że nie uciekając się do wymiany urządzenia na nowe, można osiągnąć na tej drodze pozytywne a nawet bardzo daleko idące wyniki.

Wytwarzać lepiej będziemy:

- wprowadzając stałą kontrolę procesów cieplnych lub zaostrzając ją odpowiednio, jeśli już istniała,
- polepszając sposób prowadzenia procesu.

Wymagać to będzie z jednej strony wprowadzenia lub uzupełnienia odpowiedniej aparatury kontrolnej, a z drugiej racjonalizacji przebiegu procesów cieplnych z uwzględnieniem problemów metalurgicznych.

Aby *wytwarzać taniej* należy zmniejszyć w stosunku do jednostki wsadu:

- koszt paliwa,
- koszt obsługi,
- koszt amortyzacji urządzenia.

Koniecznym wydaje się podkreślić, że zmiany w dotychczasowym systemie gospodarki cieplnej w odlewni należy opracowywać bardzo ostrożnie, uwzględniając stronę metalurgiczną i cieplną tak, aby otrzymać w wyniku tych zmian realizację postulatu „wytwarzać więcej, lepiej i taniej“, a nie na odwrót, względnie by nie wytwarzać więcej i taniej, lecz gorzej, co miało by się z celem.

Dla szybszego uzdrowienia naszej gospodarki cieplnej w przemyśle odlewniczym należałoby zastosować dalsze sposoby postępowania, a mianowicie:

- Analizować na naradach techniczno-produkcyjnych i ekonomiczno-partyjnych dotychczasowe wyniki walki zakładu o usprawnienie gospodarki cieplnej.
- Wykorzystywać ruch współzawodnictwa i akcję zobowiązań tak wśród personelu inżyniersko-technicznego, jak i wśród robotników, oraz inicjować współzawodnictwo międzyzakładowe w dziedzinie obniżenia zużycia paliwa, energii elektrycznej, sprężonego powietrza, przy zwiększeniu ilości i podniesieniu jakości produkcji przez racjonalną gospodarkę cieplną.
- Zainteresować sprawami racjonalnej gospodarki cieplnej Kluby Techniki i Racjonalizacji.
- Przeprowadzać kursy dla załogi obsługującej cieplne urządzenia odlewnicze.
- Wprowadzać w życie premiowanie obsługi urządzeń cieplnych, za osiągnięcia w dziedzinie oszczędności paliwa, przy uwzględnieniu jakościowego wyniku jej pracy.
- Stworzyć w każdym większym zakładzie komórkę pomiarowo-kontrolną w zakresie gospodarwi cieplnej.

L i t e r a t u r a

- L. I. Fantałow — Osnovy projektirovaniia litieinykh tsekhov — Maszgiz 1953.
- S. M. Masliennikov — Ekonomia topliva v suszylakh — Litiejnoje Proizvodstvo, nr 9 — 1952.
- W. Callenberg — Gegenwartsfragen der industriellen Wärme- und Energiewirtschaft — Giesserei — nr 18/19 — 1943.
- Gospodarka węglem — nr nr 1-6 — 1954. — Artykuły wstępne.
- T. Kornacki — Niewykorzystane rezerwy oszczędnościowe węgla w przemyśle cementowym — Gospodarka węglem, nr 2 — 1954.
- W. Pieter — Aparatura pomiarowa podstawą oszczędnej gospodarki węglowej w kotłowniach — Gospodarka węglem, nr 1 — 1954.
- T. Chabowski — Oszczędność paliwa w procesie topienia oraz w grzewczych urządzeniach pomocniczych odlewni — STOP — 1951.

E R R A T A

Państwowe Wydawnictwa Techniczne proszą o skorygowanie błędów jakie znalazły się w książce: K. Gierdziewskiego i W. Chabowskiego „Maszyny formierskie“, a w szczególności:

strona	wiersz	jest	powinno być
35	26 od dołu	$C = \delta_1^{-1}$	$C = \delta_1 - 1$
36	4 od dołu	$\delta = \delta_1 \cdot p \cdot \frac{0,013}{\delta_1^{-1,2}}$	$\delta = \delta_1 \cdot p \cdot \frac{0,013}{\delta_1^{-1,2}}$
73	4 od dołu	(δ_k^{-1})	$(\delta_k - 1)$

Mała mechanizacja odlewania grzejników CO w odlewni żeliwa „Nieklan”

Trudności produkcyjne z powodu braku mechanizacji. Brygada robotniczo-inżynierska opracowuje projekt mechanizacji. Dane techniczne urządzenia. Wyniki techniczno-ekonomiczne.

Problem powiększania produkcji grzejników w Odlewni Żeliwa „Nieklan” był tematem szeregu rozważań tak pracowników pionu inżynierjino-technicznego, jak i członków klubu techniki i racjonalizacji.

Szczupłość pomieszczeń odlewni, ciężkie warunki i przestarzałe metody pracy nie pozwalały, pomimo wysiłków załogi i nadzoru technicznego, na postawienie produkcji na odpowiednim poziomie, co odbijało się na jakości produkcji i nie pozwalało na rentowne prowadzenie Zakładu.

Znaczny odsetek braków powodował wzrost kosztów wytwarzania i niejednokrotnie groził niewykonaniem wzrastających planów miesięcznych.

Trudności te trzeba było szybko usunąć nie czekając na przeciągającą się rozbudowę Zakładu i związane z nią wprowadzenie pełnej mechanizacji.

W wyniku rozważań nad środkami poprawy warunków produkcji powstała w ubiegłym roku brygada robotniczo-inżynierska, która postawiła sobie za cel wprowadzenie mechanizacji produkcji grzejników w jednej z hal odlewni. Mechanizacja miała być tak pomyślana, aby mogła nie tylko zabezpieczyć wykonawstwo planów na najbliższe lata, ale poprawić jakość wyrobu i stworzyć lepsze warunki pracy robotników.

Brygada opracowała we własnym zakresie projekt mechanizacji i dokumentację wykonawczą, opierając się na opisanych urządzeniach, stosowanych już w innych krajach (w ZSRR, ČSR i NRD). Projekt uwzględnił w pełni charakter produkowanego wyrobu jako też lokalne warunki, toteż szereg jego szczegółów rozwiązać musiano w sposób oryginalny dla tego rodzaju produkcji.

Konsultacje z inżynierami CZO, CBKM i UO, którzy mieli możliwość zaobserwowania za granicą zmechanizowanych urządzeń odlewni, pozwoliły brygadzie uniknąć wielu usterek i dać do użytku urządzenie pełnej wartości.

Opis mechanizacji

Schemat ogólny mechanizacji przedstawiono na rysunku 1. Urządzenie zmechanizowanej odlewni można podzielić na trzy zasadnicze zespoły.

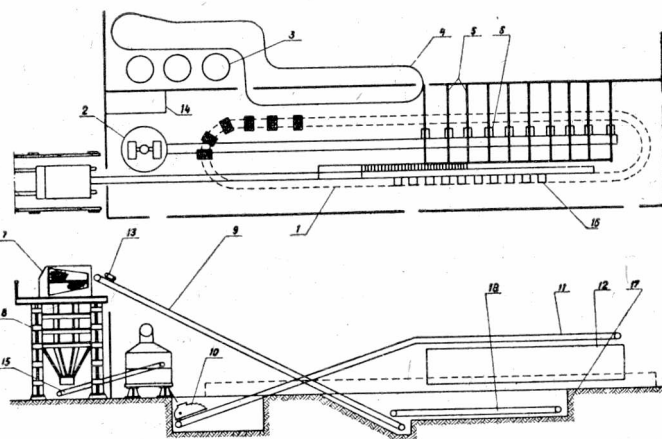
Pierwszy zespół obejmuje mechaniczne przesuwanie skrzynek formierskich do formowania, gotowych form do zalewania a następnie kolejno na odcinki studzenia i wybijania.

Czynności przesuwania spełnia przenośnik form o ruchu przerywanym (rys. 1-1).

Przenośnik ten składa się z jednoosiowych wózków, połączonych ze sobą przegubowo. Wózki te są dwóch rodzajów; jedno z nich (rys. 2a) pokryte są płytami żeliwnymi 900×545 mm, mającymi na powierzchni bruzdy, wycięte w kratkę, służące do odpowietrzania form, które na nich spoczywają. Inne (rys. 2b) służą do przewozu pustych skrzynek formierskich i zamiast

płyt posiadają po dwa wzdlużne kątowniki, na których układa się skrzynki po ich wybiciu. Wózki te umieszczane są na przemian. Każdy wózek oprócz dwóch rolek jezdnych zaopatrzony jest w rolękę prowadzącą o osi pionowej (rys. 3), które to rolki przesuwając się między prowadnicami uniemożliwiają spadnięcie z szyn rolek jezdnych a także zmniejszają opory ruchu przenośnika na zakrętach. Wszystkie rolki, zarówno jezdne jak i prowadzące obracają się na łożyskach kulkowych, starannie zabezpieczonych przed kurzem i piaskiem.

Szyny, stanowiące tor przenośnika umocowane są na łożyskach, zabetonowanych w podłodze odlewni.



Rys. 1. Schemat zmechanizowanych urządzeń odlewni. 1 — wózkowy przenośnik form, 2 — mieszarka Ag-600, 3 — żeliwiaki, 4 — kolejka wisząca do transportu ciekłego żeliwa i zalewania, 5 — podwieszane tory wciągników do przewożenia i składania form, 6 — formierki, 7 — sito wieloboczne, 8 — zbiornik masy zużytej, 9 — przenośnik taśmowy masy zużytej, 10 — spulchniarka SsR-40, 11 — przenośnik taśmowy masy wypełniającej, 12 — zbiorniki masy wypełniającej przy formierkach, 13 — oddzielacz elektromagnetyczny, 14 — tablica rozdzielcza, 15 — przenośnik taśmowy, 16 — stanowiska ręcznego wybijania, 17 — tunel mieszający zsypaną masę wybitej, 18 — przenośnik taśmowy masy wybitej

Napęd przenośnika urządzonej jest w ten sposób, że na pewnym odcinku pomiędzy szynami przenośnika przebiega górna gałąź łańcucha drabinkowego, którego sworznie zaczepiają o trzpienie pionowo zamocowane w uchach ramion cięglowych wózków. Budowa i działanie napędu widoczne są na rysunku 4.

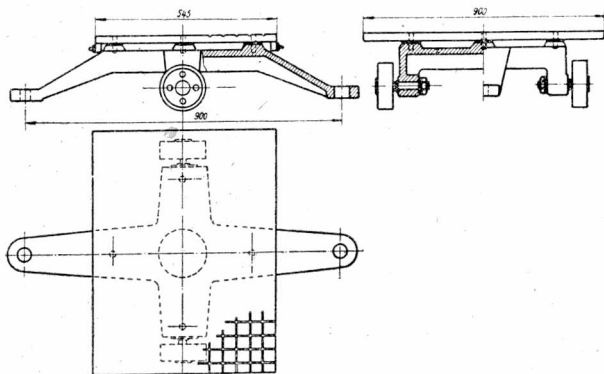
Formowanie odbywa się ręcznie na 10 formierkach trzpieniowych (rys. 1-6). Obie połówki formy wykonuje się kolejno na tej samej formierce.

Podnoszenie skrzyń, obracanie ich i ustawianie na przenośniku odbywa się przy pomocy wciągników ręcznych, zawieszonych na szynach jezdnych 5. Szyny jezdne są zamocowane na konstrukcji stalowej, która wspiera również zbiorniki na masę formierską oraz przenośnik taśmowy podający masę wypełniającą.

Jeden cykl pracy przenośnika form obejmuje następujące operacje: przeniesienie złożonych form na odcinek zalewania, po zalaniu podanie skrzynek do tunelu chłodzącego, następnie zaś na stanowiska wybijania

nia, z których opróżnione skrzynki podawane są z powrotem do formowania.

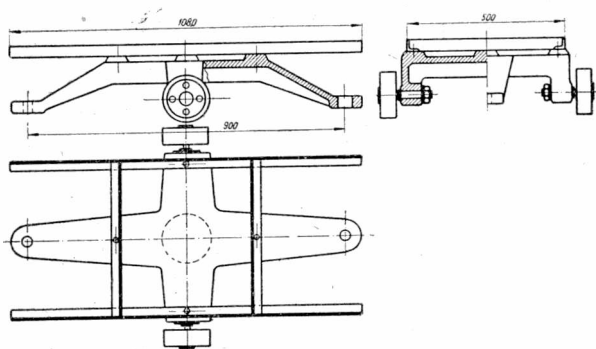
Czas trwania cyklu wynosi około 5 minut. Tyleż czasu zajmuje wykonanie każdej z wymienionych operacji, łącznie z czasem potrzebnym na przesunięcie przenośnika.



Rys. 2a. Wózek przenośnika form z płytą do transportu form

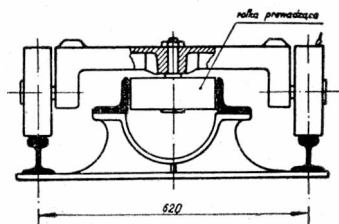
Zatrzymanie następuje automatycznie przez wyłącznik elektryczny, który umieszczony jest przy napędzie.

Operacje na przenośniku przebiegają w ten sposób, że gdy na odcinku zalewamy ręcznie 10 form, to w tym czasie formierze formują i ustawiają na płytach wóz-



Rys. 2b. Wózek przenośnika form z podstawką z kątowników do transportu pustych skrzynek formierskich

ków przenośnika następne 10 form, 10 form poprzednio zalanych znajduje się w tunelu chłodzącym, 10 opróżnia się w tym czasie na stanowiskach wybijania i wreszcie 10 kompletów skrzynek formierskich znajduje się na odcinku poprzedzającym odcinek formowania.



Rys. 3. Przekrój poprzeczny wózka przenośnika form

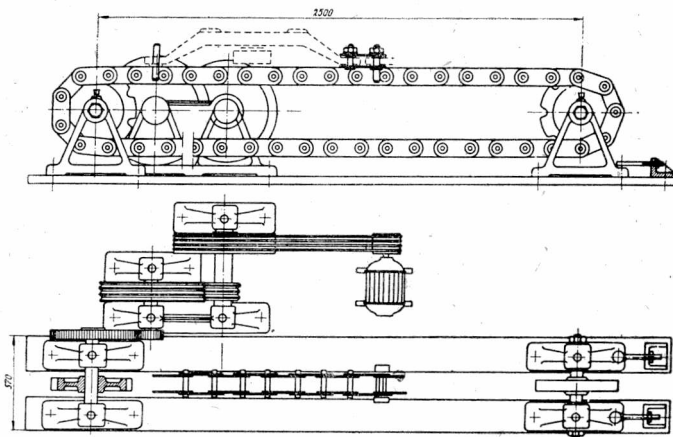
W czasie wykonywania każdej z wymienionych operacji przenośnik znajduje się w spoczynku.

Drugi zespół urządzeń obejmuje przeróbkę mas formierskich i ich transport.

Masa zużyta po wybijaniu odlewów dostaje się przez 10 zsypów rys. 1-16, znajdujących się na stanowiskach

wybijania do tunelu -17, w którym znajduje się przenośnik taśmowy poziomy -18, podający tę masę na drugi przenośnik taśmowy -9, pochylony pod kątem 20° , który podaje ją do sita wielobocznego -8.

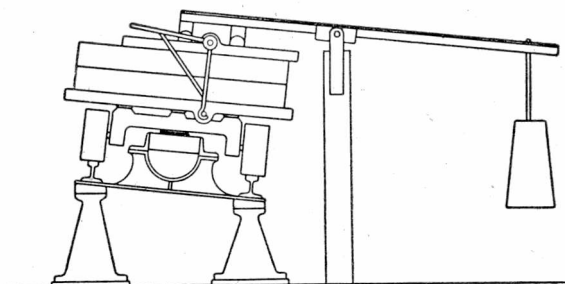
Masa przesiana przez sito i odpylona przy pomocy wentylatora oraz pozbawiona kawałków metalu za pomocą oddzielacza elektromagnetycznego rys. 1-13 dostaje się do zbiornika masy zużytej -8. Wylot zbiornika posiada zamknięcie dwuszczkowe, za pomocą któ-



Rys. 4. Napęd przenośnika form

rego napełniany jest mieszczący się pod zbiornikiem dozownik pojemnikowy 250 ltr. Z dozownika masa dostaje się do mieszarki Ag-600-2, przy pomocy skośnego przenośnika taśmowego -15. Jedno wypełnienie mieszarki osiąga się przez dwukrotne napełnienie i opróżnienie dozownika. Świeży piasek i dodatki zasypuje się do mieszarki ręcznie.

Masa przerobiona w mieszarce zostaje wyrzucona przez dolną klapę na zsyp, który podaje ją na spulchniarkę łopatomą SsR-40 rys. 1-10, znajdującą się w piwnicy pod mieszarką. Spulchniarka wyrzuca gotową spulchnioną masę wprost na przenośnik skośny



Rys. 5. Forma na przenośniku, przygotowana do zalania

o pochyleniu 15° -11, który dalej przechodzi już poziomo nad dziesięcioma zbiornikami -12, umieszczonymi przy stanowiskach formierskich.

Masa zostaje zrzucana z przenośnika do zbiorników przy pomocy zgarniaczy.

Trzeci zespół urządzeń służy do transportu ciekłego żeliwa i zalewania. Kadzie z żeliwem podczas pobierania metalu, transportu i zalewania zawieszane są na wózkach kolejki podwieszanej o trasie okrężnej rys. 1-4.

Formy ułożone na płytach wózków przenośnika przyciśnięte zostają na odcinku zalewania płytami dociskowymi, umieszczonymi wahliwie na stojakach. Płyty te zostają spięte z płytami wózków zaczepami

hakowymi (rys. 5). Po zalaniu i zwolnieniu zaczepów płyty dociskowe zostają uniesione za pomocą dźwigni z przeciwwagami. Zalanie 10 form odbywa się z dwóch kadzi, dalszą kadełkę napełnia się w tym czasie żeliwem na następny cykl zalewania.

W pracy jest więc 3 kadzie, które kolejno zalewają formy i po opróżnieniu wracają z powrotem pod żeliwiaki. Wózki przenośnika wjeżdżając na odcinek zalewania pochylają się pod kątem 5° w celu łatwiejszego zapełnienia formy.

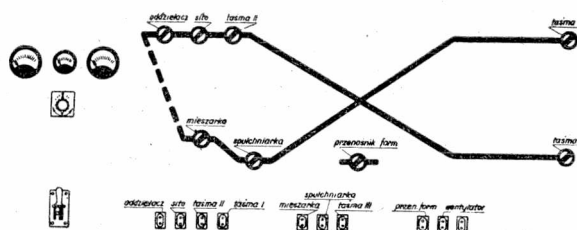
Pochylenie to uzyskane jest przez obniżenie szyny wewnętrznej przenośnika na odcinku zalewania.

Oprócz wyżej wymienionych urządzeń produkcyjnych wykonano wentylację hali, oraz oświetlenie dostosowane do poszczególnych operacji.

W ramach urządzeń wentylacyjnych zastosowano 7 wentylatorów śrubowych ϕ 600 mm, oraz ekshaustor, napędzany silnikiem 7,5 KM, 1440 obr/min, do wyciągu pyłu i pary z kanału przenośnika masy zużytej na odcinku wybijania.

Wszystkie silniki urządzeń uruchamiane są za pomocą przycisków zgrupowanych na jednej tablicy rozdzielczej. Są one zblokowane w 4 zespoły.

Schemat oraz wskaźniki ruchu umieszczone na tablicy rozdzielczej pozwalają na sterowanie wszystkimi urządzeniami. Schemat tablicy rozdzielczej pokazano na rysunku 6.



Rys. 6. Schemat rozmieszczenia aparatów na tablicy rozdzielczej

Poza tym wykonano osłony napędów, przejście przez przenośnik form, schody prowadzące na galerię nad zbiornikami oraz bariery zabezpieczające przy tunelu i kanałach.

Prace projektowe nad mechanizacją rozpoczęte zostały we wrześniu 1953 r. Prawie równocześnie przystąpiono do wykonywania modeli odlewów i obróbki części. Próbną montaż przenośnika form wykonano na hali magazynu. Próba przenośnika pod obciążeniem odbyła się w marcu 1954 r.

Montaż urządzeń na hali rozpoczął w początkach czerwca 1954 r.

Całkowity montaż łącznie z wykopami i robotami murarskimi, oraz wstępnymi próbami poszczególnych urządzeń trwał 2 miesiące.

Niektóre spośród urządzeń dostarczonych nie zdały w pełni egzaminu w pracy ciągłej. Były to urządzenia następujące: sito wieloboczne, spulchniarka nad taśmą oraz zestawy rolkowe transporterów. Ujawnione usterki brygada skutecznie usunęła we własnym zakresie.

Dane techniczne urządzenia

Umieszczenie opisywanych urządzeń zaprojektowane zostało w bocznej hali odlewni o długości 60 m, szerokości 9 m i wysokości do więźarów dachowych 5 m.

Przesuwanie skrzynek formierskich przy formowaniu i obracaniu odbywa się przy pomocy wciągników ręcznych o udźwigu 200 kg. Takie same wciągники mają

zastosowanie również do rozwożenia ciekłego żeliwa w kadziach o pojemności 150 kg i zalewanie.

Szyny nośne kolejki podwieszanej transportu metalu i zalewania znajdują się na wysokości 3,2 m ponad podłogę odlewni.

Przenośnik form ma ogólną długość 100 m licząc po osi. Szybkość jego wynosi 16 m/min.

Napęd przenośnika następuje od silnika 7 KW — 960 obr/min.

Gumowe taśmy przenośników mają grubość 10 mm. Dolny przenośnik taśmowy masy zużytej znajduje się w kanale pod przenośnikiem form. Długość kanału wynosi 23 mm, głębokość 1,20 m, długość przenośnika 20,5 m, szerokość 500 mm, szybkość taśmy 52 m/min. silnik napędzający ma moc 2,2 KW, $n = 960$ obr/min.

Przenośnik taśmowy pochyły podający masę zużytą poprzez sito do zbiornika ma długość 29 m, szerokość 500 mm i szybkość 52 m/min, napędzany zaś jest silnikiem o mocy 4 KW, 960 obr/min.

Taśmy tych przenośników ułożone są na zestawach rolkowych korytkowych.

Przenośnik świeżej masy wypełniającej o długości 50,5 m, szerokości 650 mm napędzany jest silnikiem 7,5 KW, 960 obr/min, szybkość taśmy wynosi 63,8 m/min.

Zbiornik masy zużytej ma pojemność 40 m³. Zbiorniki masy wypełniającej mogą pomieścić przy stanowiskach formierskich razem około 60 ton masy. Taką mniej więcej ilość masy powinna znajdować się w obiegu.

Zapotrzebowanie masy wypełniającej wynosi około 8 ton na godzinę.

Skład masy stosowanej do produkcji grzejników jest następujący: 95% masy zużytej, 3% piasku tłustego, 2% piasku chudego, 0,5% pyłu węglowego.

Masa formierska przechodzi przez następujące maszyny: sito wieloboczne o wydajności 20 m³ napędzane silnikiem o mocy 3 KW, 720 obr/min.

Mieszarka Ag-600; czas mieszania około 3 minut. Mieszarka posiada okapturzenie z wyciągiem pyłu i wentylatorem ϕ 600 mm. Dozowanie wody odbywa się ręcznie przez wąż gumowy z kranem.

Spulchniarka łopatkowa nad taśmą, typu SsR-40 o wydajności 40 m³/godz, napędzana silnikiem o mocy 7,5 KW, 1400 obr/min, liczba obrotów wirnika wynosi po przerobieniu 350 obr/min.

Nadmienić należy, że spulchniarka nad taśmą, jak również część taśmy przenośnika podającego masę świeżą znajduje się w istniejącej już poprzednio piwnicy, co brygada robotniczo-inżynierska uwzględniła przy opracowaniu projektu.

Wyniki techniczno-ekonomiczne

Wyniki jakie dało wprowadzenie mechanizacji produkcji grzejników C.O. w Odlewni Żeliwa „Nieklań” są poważne. Dały się one wyraźnie odczuć już w pierwszych tygodniach pracy po uruchomieniu. Doświadczenia poczynione w okresie do listopada 1954 r. wykazały następujące realne korzyści:

a. Wykorzystanie powierzchni formowania na hali bocznej odlewni przed wprowadzeniem mechanizacji przy produkcji grzejników typu HVI wykazało się wskaźnikiem 4,5 t/m².

Po wprowadzeniu mechanizacji uzyskano 11,2 t/m².

b. Odsetek braków zmniejszono o około 60% uzyskując

w miesiącu październiku	5,7%
w miesiącu listopadzie	6,7%

- c. Wydajność na 1 formierza przed mechanizacją wynosiła 103 t/formierza w stosunku rocznym.
Po wprowadzeniu mechanizacji uzyskano 141 t/formierza.
- d. Wydajność na 1 robotnika ogółem:
przed mechanizacją wynosiła — 29,6 t/robotnika w stosunku rocznym
po wprowadzeniu mechanizacji — 36,3 t/robotnika w stosunku rocznym
- e. Produkcja jednej formierki:
przed mechanizacją wynosiła — 224 tony rocznie po wprowadzeniu mechanizacji — 564 „ „
- f. Liczbę skrzynek formierskich zmniejszono w obiegu z 40÷50 szt/na 1 formierkę do 5 szt/1 formierkę.

Na zakończenie nadmienić należy, że dotychczasowa metoda układania skrzynek do zalewania w stopy powodowała zaparowanie form oraz zapróśnienie, gdyż nie można było zalać z jednej kadzi ręcznie więcej niż dwie formy w stosie, zaś dalsze formy musiały czekać na następne kadzie; przez ten czas formy górne były nagrzewane przez formy dolne poprzednio zalane.

Niewłaściwa przeróbka masy wypełniającej, która mogła się odbywać wskutek ciasnoty jedynie przy po-

mocy sił ramowych wpływała również na znaczny wzrost odsetka braków.

Transport żeliwa odbywał się poprzednio na długich przestrzeniach wzdłuż całej hali, powodując nie tylko przestudzenie żeliwa, lecz i zwiększenie czasu zalewania, oraz uciążliwość i niebezpieczeństwo przenoszenia ciekłego metalu przez ścieśnione przejścia zastawione formami.

Obecnie zalewanie odbywa się na jednym odcinku, a przewożenie żeliwa jest częściowo zmechanizowane.

Przy obecnym systemie zmechanizowanej produkcji uzyskujemy znaczne, bo 6-ciokrotne zmniejszenie ilości skrzyń formierskich w obiegu oraz znaczne zmniejszenie ich zużycia.

Przez wprowadzenie mechanizacji poważnie poprawiono warunki bezpieczeństwa i higieny pracy.

Hala odlewni dawniej zawalona stosami skrzyń, odlewami i hałdami masy formierskiej, zaparowana i zadymiona stała się obecnie przestronna i czysta, stała się warsztatem pracy, wolnej od nadmiernego wysiłku fizycznego, bezpiecznej i kulturalnej a równocześnie bardziej wydajnej, prawdziwej pracy socjalistycznej.

Przegląd pism technicznych

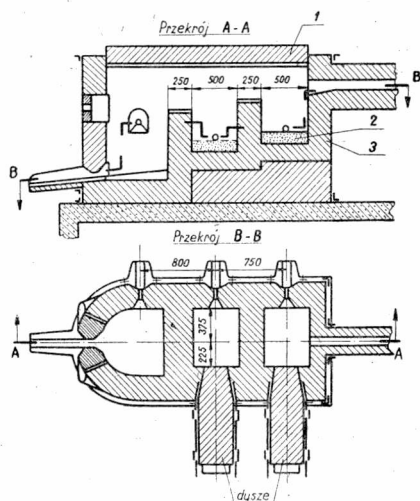


W. A. FUKLEW

669.13:546.21:669.094.3

Przedmuchiwanie żeliwa tlenem w wielokomorowych zbiornikach

Dla uzyskania niskowęglowego (2,4÷2,6‰ C) i dobrze przegrzanego (powyżej 1500°C) żeliwa, zastosowano w ZSRR żeliwiak ze zbiornikiem wielokomorowym



Rys. 1. Zbiornik trójkomorowy: 1 — pierwsza komora, 2 — druga komora, 3 — trzecia komora

(rys. 1). Żeliwo po spuszczeniu z żeliwiaka spływa do pierwszej komory zbiornika, gdzie nieprzerwanie jest wdmuchiwany tlen, po czym dostaje się do komory

środkowej, gdzie następuje nagromadzenie i wymieszanie żeliwa i w końcu do komory trzeciej. Z trzeciej komory zbiornika żeliwo może być odbierane periodycznie lub bez przerwy, co nie powoduje naruszenia stabilności procesu produkcji, gdyż przez wymieszanie się żeliwa we wszystkich trzech komorach zbiornika następuje wyrównanie składu chemicznego.

Przeprowadzone próby wykazały, że przy wydajności żeliwiaka 3 t/godz w każdej z pierwszych dwóch komór zbiornika mieści się 350÷400 kg żeliwa, zaś w trzeciej komorze 700÷1000 kg.

Dla pełnego wykorzystania wdmuchiwanego tlenu, poziom nagromadzonego żeliwa w zbiorniku powinien przekraczać 300 mm. Tlen z butli doprowadza się do każdej dyszy oddzielnie za pomocą węży gumowych, przy zastosowaniu oddzielnych reduktorów. Podczas wymiany butli z tlenem, dysze przełącza się na dmuch powietrza (ciśnienie 1÷2 atm.) względnie na tlen do sąsiedniego reduktora. Wstrzymanie bowiem doprowadzenia tlenu względnie dmuchu, nawet na krótki okres czasu, powoduje zalanie otworu dyszy żeliwem, uniemożliwiając tym samym dalszą jej pracę.

Dla dokładnego zbadania procesu przedmuchiwania żeliwa tlenem w zbiorniku przeprowadzono próby w specjalnych, uprzednio nagrzanych komorach, przez które przelewano około 400 kg żeliwa w ciągu 9÷10

minut, równomiernie przelewając z kadzi ręcznej z szybkością 40 kg/min.

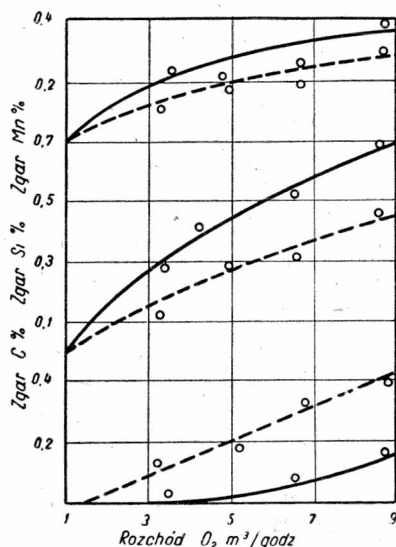
Po napełnieniu komór żeliwa zaczęło wyciekać przez wylot przy nieprzerwanym przedmuchiwaniu go tlenem. Ilość wlewanego i wyciekającego żeliwa była mniej więcej ta sama, przez co opisywany proces przedmuchiwania był podobny do procesu zachodzącego w wielokomorowym zbiorniku.

Przy temperaturze przedmuchiwania żeliwa 1380 do 1400°C ilość utlenianego krzemu i węgla jest mniej więcej taka sama. Przy przedmuchiwaniu odpowiednio przegrzanego żeliwa powyżej temperatury 1440°C ustala się przeważnie utlenianie węgla z widocznym zmniejszeniem utleniania krzemu. Stąd dla zmniejszenia intensywności wypalania krzemu należy dążyć do uzyskania możliwie wysokiej temperatury wyjściowej

Tablica 1

Rozchód tlenu w (m³)	Temperatura żeliwa °C		Skład chemiczny żeliwa %			Zgar składników (różnice w zawartości) po przedmuchaniu w %		
	przed przedmuchiwaniem	po przedmuchiwaniu	przed przedmuchiwaniem			C	Si	Mn
			C	Si	Mn			
3,6	1300÷1320	1350÷1360	3,46	2,07	0,63	0,03	0,30	0,25
4,55	1300÷1310	1360÷1370	3,38	2,20	0,85	0,03	0,40	0,16
3,25	1310÷1330	1450÷1460	3,40	2,13	0,86	0,19	0,11	0,07
3,15	1390÷1400	1420÷1460	3,40	1,78	0,66	0,18	0,14	0,14
4,0	1400÷1420	1440÷1460	2,70	0,50	0,30	0,15	0,21	0,10
4,0	1410÷1420	1440÷1460	2,70	0,49	0,28	0,17	0,20	0,10
5,2	1350÷1360	1400÷1420	2,77	0,89	0,56	0,15	0,34	0,20
3,0	1440÷1450	1450÷1465	2,88	0,98	0,65	0,16	0,08	0,10
6,35	1300÷1320	1380÷1400	3,30	2,22	0,80	0,10	0,50	0,30
8,6	1300÷1320	1410÷1430	3,35	2,15	0,78	0,15	0,70	0,40
5,0	1390÷1400	1440÷1450	3,30	2,25	0,60	0,20	0,25	0,20
6,5	1390÷1400	1470÷1480	3,40	2,12	0,60	0,32	0,50	0,20
8,5	1390÷1400	1480÷1490	3,20	2,25	0,70	0,40	0,43	0,35
6,25	1400	1460÷1470	2,65	0,95	0,65	0,30	0,28	0,25
8,5	1400	1480÷1495	2,60	1,00	0,55	0,41	0,40	0,35
6,0	1400	1490÷1495	2,72	0,95	0,60	0,38	0,20	0,20
8,25	1450	1495÷1500	2,62	0,86	0,67	0,50	0,50	0,25

Wyniki przeprowadzonych prób zestawiono w tablicy 1. Zgar składników w zależności od rozchodu tlenu i temperatury przedmuchiwania żeliwa podano na rysunku 2 i 3.

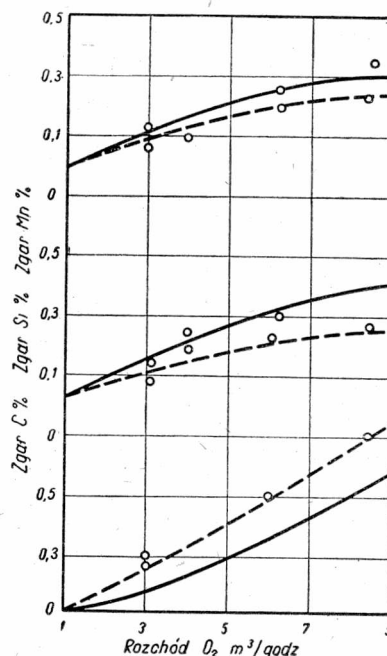


Rys. 2. Zgar składników żeliwa szarego przedmuchiwane tlenem w zależności od rozchodu tlenu i temperatury początkowej żeliwa; linia pełna — temperatura początkowa 1300 do 1320°C, linia przerywana — temperatura początkowa 1390 do 1400°C

Jak wynika z badań istotny wpływ na stopień utleniania składników wywiera temperatura przedmuchiwania żeliwa i rozchód tlenu oraz w mniejszym stopniu koncentracja składnika. Przy temperaturze 1300÷1310°C zachodzi utlenianie się krzemu i manganu i bardzo słabo węgla. Tylko przy odpowiednio większym rozchodzie tlenu około 6÷8 m³/t, temperatura przedmuchiwania żeliwa podwyższa się (w wyniku utleniania krzemu i manganu) o tyle, aby stworzyć warunki dla utleniania węgla.

żeliwa (ponad 1380°C). Przedmuchiwanie tlenem tak gorącego żeliwa prowadzi do dalszego jego przegrzewania połączonego z obniżeniem zawartości węgla i uzyskaniem niskowęglowego i dostatecznie przegrzanego żeliwa.

Przeprowadzono również próby zastosowania zbiornika wielokomorowego przy produkcji odlewów ze sta-



Rys. 3. Zgar składników żeliwa białego przedmuchiwane tlenem w zależności od rozchodu tlenu i temperatury początkowej żeliwa; linia pełna — temperatura początkowa 1390 do 1400°C, linia przerywana — temperatura początkowa 1440 do 1450°C

liwa konwertorowego. Metal ze zbiornika przelewano do konwertora, gdzie następowało wykańczanie stali.

Wyniki czterech wytopów (tablica 2) wskazują, że przy takim sposobie produkcji można uzyskać nie tylko

Tablica 2

Rozchód tlenu m ³			Temperatura żeliwa w °C			Zgar składników w %									Zgar składni- ków przy prze- dmuchiwaniu tlenem w zbiorniku jednoko- mowym			Różnica w zga- rze składników przedmuchiwa- nego żeliwa w jednokomoro- wym i wieloko- mowym zbiorniku		
w pierwszej komorze	w drugiej komorze	Razem	w pier- wszej ko- moro- rze	w dru- giej komo- rze	Razem	w pierwszej komorze			w drugiej komorze			Razem			C	Si	Mn	C	Si	Mn
						C	Si	Mn	C	Si	Mn	C	Si	Mn						
3,6	6,3	9,9	1310÷1390	1380÷1390	1460÷1470	0,05	0,23	0,15	0,35	0,30	0,15	0,40	0,63	0,30	0,20	0,75	0,35	+0,20	-0,12	-0,05
1,8	7,2	9,0	1370	1400	1485÷1490	—	0,15	0,15	0,38	0,34	0,20	0,38	0,49	0,35	0,30	0,65	0,35	+0,10	-0,10	-0,11
2,2	4,8	6,0	1390	1430	1460÷1470	0,10	0,10	0,15	0,24	0,22	0,1	0,34	0,32	0,36	0,27	0,70	0,25	+0,07	-0,02	—
3,8	4,4	8,2	1350	1410÷1420	1460÷1470	0,14	0,30	0,20	0,20	0,20	0,10	0,34	0,50	0,30	0,22	0,60	0,30	+0,12	-0,10	—
4,4	6,1	10,5	1350	1410÷1420	149÷1495	0,14	0,50	0,20	0,38	0,25	0,20	0,52	0,55	0,40	0,35	0,75	0,40	+0,17	-0,20	—

przeprzanie metalu, lecz również można utrzymać skład chemiczny (zwłaszcza, jeśli idzie o węgiel) w po-
żądanych granicach (0,1÷0,2%). Niezależnie od tempe-
ratury żeliwa w żeliwiaku 1310÷1350°C lub też
1370÷1390°C oraz wysokiej zawartości węgla (3,3 do
3,4% C) przy rozchodzie tlenu w ilości 10 m³/t, w zbiorniku
osiągano obniżenie węgla o około 0,5%. Zatem,
przy normalnie pracującym żeliwiaku po przedmuchi-
waniu można uzyskać żeliwo o zawartości 2,3÷2,4% C
co jest konieczne przy produkcji czarnego żeliwa ciąg-
liwego wysokiej klasy. Duży zgar węgla w wielokomo-
rowym zbiorniku, większy niż w jednokomorowym,
daje możliwość zmniejszenia zgaru krzemu. Odpowied-
nio większa powierzchnia wielokomorowego zbiornika
jest przyczyną większych strat ciepła, jednak przy
ustalonym cyklu produkcyjnym straty będą znacznie
mniejsze niż przy produkcji metodą duplex.

Najniższą temperaturę posiada żeliwo na początku
wytopu przy chłodnym zbiorniku. Dlatego po napeł-
nieniu pierwszych dwóch komór następuje przerwanie
spustu z żeliwiaka i przedmuchiwanie żeliwa w tych
komorach w ciągu 5÷10 minut, co wystarcza na wy-
grzanie całego zbiornika. Straty krzemu wynikłe z je-
go utlenienia należy uzupełnić dodatkiem żelazokrze-
mu. Pomimo to uzyskanie gorącego żeliwa z pierw-
szych spustów może być osiągnięte przez umieszczenie
dyszy w trzeciej komorze zbiornika dla przedmuchi-
wania pierwszych porcji żeliwa spływającego do chłodnego
zbiornika.

Przy ukończeniu topienia względnie przy przerwaniu
pracy początkowo wypuszcza się żeliwo z trzeciej ko-
mory a następnie specjalnymi otworami z pierwszej
i drugiej. Dla wykorzystania tego żeliwa następuje
jego dodatkowe przedmuchiwanie bezpośrednie po
zamknięciu żeliwiaka. Czas tego przedmuchiwania mo-
że być z przybliżeniem określony z pożądanej różnicy
węgla i krzemu w żeliwie ze wzoru

$$h = 60 \cdot K (\Delta \text{ Si} + \Delta \text{ C}) G : Lo_2 \text{ godz.}$$

gdzie

K — średni rozchód tlenu dla utlenienia 1%
(C + Si) w m³/kg równy 7÷7,5 i 8 przy
temperaturze przedmuchiwanego żeliwa
1310÷1350°C, 1390÷1410°C i powyżej
1450°C,

G — ilość przedmuchiwanego żeliwa w kg,

Lo_2 — rozchód tlenu w m³/godz.

$\Delta \text{ Si}$ i $\Delta \text{ C}$ różnica zawartości krzemu i węgla w %
o jaką składniki te powinny być obniżone w procesie
przedmuchiwania.

Ilość dodawanego żelazokrzemu przy przedmuchiwa-
niu tlenem pierwszych partii żeliwa w chłodnym zbiorniku określa się zakładając, że dla podwyższenia tem-
peratury o 200°C należy utlenić 1% krzemu. Dla prze-
grzania żeliwa w zbiorniku po czasowej przerwie prze-

dmuchiwania wystarczy utlenić w żeliwie 0,5÷0,6%
krzemu i uzupełnić jego stratę dodatkiem żelazokrze-
mu.

Przy ustalonym biegu żeliwiaka i zbiornika, tempe-
ratura żeliwa zależeć będzie od jego wyjściowej tempe-
ratury, od ilości ciepła wydzielanego w procesie utle-
niania składników i w końcu od strat ciepłych
w zbiorniku.

Stopień przegrzania żeliwa wyliczyć możemy ze wzoru:

$$\Delta_{p_z} = \frac{264(\Delta \text{ Si} + 0,32\Delta \text{ C} + 0,2\Delta \text{ Fe} + 0,27\Delta \text{ Mn}) - Q \text{ NOM/godz.}}{S \cdot C}$$

gdzie:

Δ_{p_z} — przegrzanie żeliwa w °C,

$\Delta \text{ Si, C, Fe, Mn}$ — zgar w procentach,

$Q \text{ NOM/godz.}$ — godzinowe straty ciepła zbiornika w Kal/godz.,

S — wydajność żeliwiaka w kg/godz.,

C — pojemność cieplna żeliwa w Kal/godz °C.

Po wykonaniu obliczeń strata ciepła tak w pierwszej,
jak i w drugiej komorze zbiornika wynosi około
9000 Kal/godz., zaś w trzeciej komorze 20.000 Kal/godz.,
czyli całkowita strata w zbiorniku wielokomorowym
wynosi 38.000 Kal/godz.

Przy pracy żeliwiaków o większej wydajności straty
ciepła będą znacznie mniejsze i odpowiednio dla prze-
grzania żeliwa w zbiorniku zużycie tlenu będzie mniej-
sze (4÷4,5 m³/t).

Przy tym temperatura wyjściowa będzie wyższa, co
w znacznym stopniu przyczyni się do utleniania węgla,
czyli w pełni będzie zabezpieczony wytop niskowęglo-
wego i dobrze przegrzanego żeliwa.

Wytrzymałość progów w wielokomorowym zbiorniku
jest wystarczająca i nawet po 4÷5 godzinach pracy ich
wierzchnie warstwy są zachowane w mało naruszonym
stanie.

Wytrzymałość wykładziny w wielokomorowym zbiorniku
jest taka sama jak w jednokomorowym.

Zastosowanie zbiorników dla przedmuchiwania żeli-
wa tlenem daje również możliwość wytopu stali przy
nieprzerwanym odbiorze metalu, co posiada ogromnie
ważne znaczenie dla zmechanizowanych odlewni stali-
wa.

I tak w pierwszej komorze zbiornika następuje
usunięcie fosforu z metalu, w drugiej i trzeciej wypa-
lenie węgla, zaś w pośredniej usunięcie siarki. Dla
niedopuszczenia żużla żeliwiakowego do komór zbiornika
wykonuje się syfonowe doprowadzenie metalu z żeliwiaka.
Przeprowadzone eksperymenty potwierdziły realność takiego procesu.

J. R-ka

Litiejnoje Proizvodstvo, Nr 6, 1954 r. str. 14.

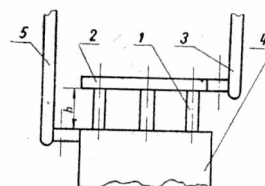
Odlewanie tłoków, cylindrów i tulei bez nadlewów

W Zakładach im. Dzierżyńskiego przy odlewaniu tłoków, cylindrów i tulei cylindrowych dla silników typu Diesla z żeliwa szarego S Cz 21-40 i S Cz 24-44 zrezygnowano ze stosowania nadlewów, które w pewnych wypadkach dochodziły do 250 mm wysokości. Było to możliwe na skutek zastosowania odpowiednie-

wów. Rdzeń główny tulei wykonuje się wzornikiem na toczaku na szkielecie z blachy stalowej o grubości 4÷5 mm z nawiniętą warstwą słomianego powrośła, stosując masę Nr 1 (tablica 3). Następnie na rdzeń nawija się drut o średnicy 5÷6 mm, suszy w ciągu 10÷12 godzin przy temperaturze 270÷320°C i nakłada drugą warstwę z masy rdzeniowej Nr 2. Następnie rdzeń suszy się po raz drugi w czasie 8÷10 godzin, przy temperaturze 250÷350°C i powleka na gorąco czernidłem złożonym z 5,2% gliny ogniotrwałej, 21,8% koksu, 41,6% grafitu, 10,4% ługu posulfitowego i 20% węgla drzewnego. Główny rdzeń tłoka wykonuje się przez sklekanie wysuszonych połówek, wykonywanych

Tablica 1
Układy wlewowe (według rysunku 1)

Ciężar odlewu kg	Przekrój wlewu doprowadzającego (1) cm ²	Ilość wlewów doprowadzających przy grubości ścianki odlewu mm		Wysokość wlewu deszczowego h mm	Przekrój belki wlewowej (2) cm ²	Przekrój wlewu głównego (3) cm ²
		10÷25	25÷45			
100	5,5	5	4	30	11,0	8,8
200	6,2	5	4	30	12,4	9,9
300	7,0	6	5	30	14,0	11,2
400	7,8	6	5	35	15,6	12,5
500	8,6	7	6	35	17,2	13,8
600	9,4	7	6	35	18,8	15,1
700	10,2	8	7	40	20,4	16,3
800	11,0	8	7	40	22,0	17,6
900	11,8	9	8	40	23,6	18,9
1000	12,6	9	8	45	25,2	20,1
1100	13,4	10	9	45	27,6	21,4
1200	14,2	10	9	45	28,4	22,0
1300	15,0	11	10	50	30,0	23,9
1400	15,8	12	11	50	31,6	25,2
1500	16,6	12	11	50	33,2	26,5



Rys. 1. Schemat układu wlewowego deszczowego. 1 — wlew doprowadzający, 2 — belka wlewowa, 3 — wlew główny, 4 — odlew, 5 — przelew

Tablica 2

Naddatki na obróbkę w górnej części odlewu

Ciężar odlewu kg	Grubość ścianki odlewu mm	Wymiary odlewów (mm)		Naddatki na obróbkę mm
		długość	średnica	
t u l e j e				
do 200	15÷20	do 500	do 250	do 15
200÷700	20÷35	500÷1000	250÷350	20÷35
700÷1300	35÷50	1000÷1500	350÷650	35÷50
c y l i n d r y i t ł o k i				
do 100	10÷12	do 300	do 250	do 15
100÷300	12÷17	300÷700	250÷350	20÷30
300÷600	17÷25	700÷1200	350÷650	30÷40

go układu wlewowego. Stosunek przekrojów wlewu doprowadzającego do belki wlewowej i do wlewu głównego wynosił 1:2:1,5. W tablicy 1 i 2 podano wymiary części układu wlewowego (rys. 1) oraz naddatków na obróbkę mechaniczną na górnej części odle-

w skrzynce rdzeniowej z masy Nr 3 (tablica 3). Rdzeń przed i po wysuszeniu czerni się podanym czernidłem i suszy po raz drugi. Rdzeń układu wlewowego przygotowuje się z masy szamotowej Nr 4 a rdzenie drobne na kieszenie, cienkie żebra itp. z masy rdzeniowej grafitowej Nr 5. Do formowania używa się masy Nr 6. Formy czerni się oraz suszy w czasie 10÷12 godzin przy temperaturze 320÷370°C i jeszcze raz czerni na gorąco. Wlew deszczowy, wykonany z masy rdzeniowej, wstawia się od wilgotnej formy i powtórnie suszy razem z formą. Formy zalewa się w pozycji pionowej z kadzi przy pomocy suwnicy. Zastosowanie wlewu deszczowego wraz ze zwiększeniem wymiarów belki wlewowej pozwoliło na zmniejszenie nadlewów i naddatków technologicznych i prawie dwukrotne skrócenie czasu obróbki mechanicznej oraz znaczną oszczędność materiału obiegowego.

Z. G. i O. W.

Litiejnoje Proizwodstwo, nr 5 (1954), 26

Skład i własności mas rdzeniowych i formierskiej

Tablica 3

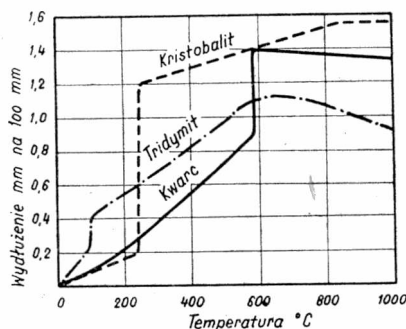
Nr masy	Nazwa masy	Skład objętościowy masy %										Własności			
		piasek kwarcowy	glinka czerwona	glinka ogniotrwała	trociny	szamota	koks	mierzwa	masa zużyta	grafit	ług posulfitowy	Zawartość wilgoci %	Przepuszczalność gazów	R _c ^w kg/mm ²	R _r ^s kg/mm ²
1	rdzeniowa dla tulei	33,3	33,3	—	33,4	—	—	—	—	—	—	17÷20	—	—	—
2	rdzeniowa dla tulei	47,1	15,7	—	—	2,6	2,6	31,4	—	—	0,6	17÷20	—	—	—
3	rdzeniowa dla tłoków	21,2	4,2	—	—	—	—	10,4	62,8	—	1,4	4÷5	60	0,28 do 0,35	7,0
4	rdzeniowa dla wlewu	26,4	10,5	10,5	—	52,6	—	—	—	—	—	9÷11	60	0,7	—
5	rdzeniowa	46,5	18,6	—	23,2	—	—	—	—	11,7	—	9÷10	—	0,5 do 0,6	—
6	formierska	12,5	6,25	—	18,75	—	—	—	62,5	—	—	—	80	—	—

Zagadnienia gospodarki piaskiem formierskim

Pod pojęciem gospodarka piaskiem formierskim należy rozumieć nie tylko przygotowanie nowej odpowiedniej masy, ale także regenerowanie zużytego piasku przez chłodzenie, odpalenie i ponowne przygotowanie masy przez dodanie bentonitu, wody itd. Zagadnienie to wymaga tym więcej uwagi, im wyższa jest temperatura odlewania i im większa zdolność do reakcji między metalem i formą.

Dla wybrania najlepszej metody regeneracji piasku z zużytej masy i przez to zmniejszenie kosztów związanych z wprowadzeniem świeżego piasku i odtransportowaniem nadmiaru masy zużytej, trzeba najpierw wyjaśnić jakie zjawiska występują na powierzchni formy przy odlewaniu żeliwa lub stali i oddziaływują niekorzystnie na poszczególne składniki masy formierskiej.

Piasek kwarcowy, najważniejszy składnik wszystkich mas formierskich, podlega w temperaturze 573°C przy nagłym ogrzaniu gwałtownemu zwiększeniu objętości wskutek przemiany strukturalnej (rys. 1). Zjawisko to wywołuje słabsze lub silniejsze pękanie ziarn kwarcu w warstwach powierzchniowych, o grubości niewielu milimetrów, formy, które podległy nagłemu uderzeniu cieplnemu. Na gwałtowne ogrzanie narażone są cienkie stosunkowo warstwy a przy wielokrotnym użyciu masy formierskiej ilość rozdrobnionych



Rys. 1. Wykres rozszerzalności alotropowych odmian kwarcu

ziarenek kwarcu stale wzrasta, powodując obniżenie przepuszczalności masy.

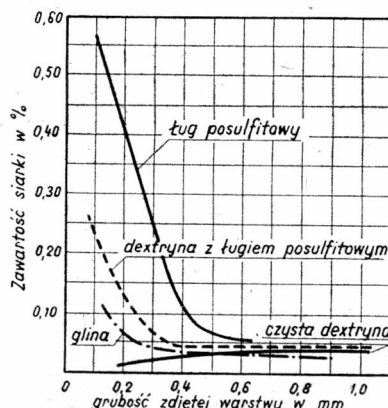
Zwiększenie objętości kwarcu przy temperaturze 573°C powoduje także zmniejszenie wolnych przestrzeni między ziarnami w warstwach osiągających tą temperaturę, co również obniża przepuszczalność.

Z rozważań tych wynika **pierwsze zadanie regenerowania**. Polega ono na usunięciu rozdrobnionych ziarn kwarcu, by procentowa ilość drobnych ziarn nie była za duża.

Na powierzchni ziarna kwarcu zachodzą również reakcje chemiczne. Stopień zażużenia zależy od temperatury metalu, czasu działania i zdolności reagowania. Szare żeliwo, dzięki wysokiej zawartości węgla i krzemu działa na piasek o wiele słabiej niż staliwo, które poza tym odlewane jest w znacznie wyższej temperaturze. Szczególnie wysoką zdolność spiekania wykazuje staliwo manganowe o 12% Mn, dlatego że krzemiany manganu tworzą się łatwiej, niż krzemiany żelaza.

W masie przylegającej do odlewu stalowego można rozróżnić następujące warstwy: cienki naskórek tlen-

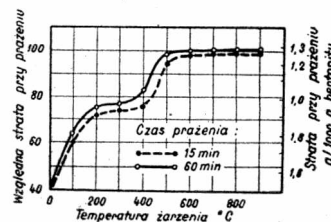
ku żelaza, grubości około 0,25 mm, następnie warstwa krzemianu żelaza grubości 2÷8 mm zależnie od grubości ścianki, a tym samym od czasu nagrzania masy. Warstwa ta składa się zwykle z około 20% FeO, 30% Fe₂O₃ i 45% SiO₂ o punkcie topienia 1230°C. Przy odlewaniu żeliwa występuje tylko bardzo cienka warstwa krzemianów, gdyż w tym przypadku na po-



Rys. 2. Nasiarczenie powierzchni odlewu przez różne materiały wiążące

wierzchni żeliwa wytwarza się dzięki wysokiej zawartości węgla i krzemu, mniej tlenku żelaza, który redukowany zostaje w większym lub mniejszym stopniu przez znajdujący się w masie formierskiej pył węglowy. Jest to jeden z powodów dodawania do masy pyłu węglowego.

Skład masy formierskiej wpływa również na jakość powierzchni odlewu. Badania wykazały, że w staliwie zwykłym i stopowym występuje na powierzchni wzrost zawartości siarki, a także niewielki wzrost zawartości krzemu. Stwierdzono to przez ostrożne zdejmowanie najcieńszych wiórów z powierzchni i ich analizę (rys. 2). Wypływa stąd wniosek, że stosowanie spoiw zawierających siarkę jak np. ługu posiarzynowego może powodować trudności. Występowanie takiego nasiarczenia powierzchni można stwierdzić przy pokrywaniu emalią odlewów z żeliwa szarego.

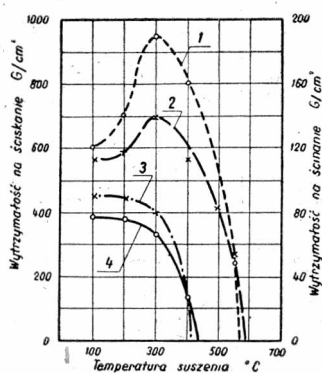


Rys. 3. Odwodnienie bentonitu przez ogrzewanie

Usunięcie krzemianów żelaza z masy używanej jest szczególnie ważne przy regenerowaniu mas dla staliwa, gdyż niski punkt topienia powoduje silne przywieranie masy do powierzchni odlewu. Oddzielanie warstwy masy sprawia trudności. Temperatura nagrzania formy wpływa na glinę, czy bentonit. Przy podwyższeniu temperatury gliny, czy bentonitu, ułatwia się aż do temperatury 200°C woda higroskopijna. Dalsze podgrzewanie nie powoduje z początku żadnego dal-

szego odwadniania gliny. Występuje ono dopiero w temperaturze powyżej 400°C, a kończy się całkowicie w temperaturach od 500÷600°C, jak widać na rysunku 3. Zakres odwadniania jest różny i charakterystyczny dla odmiennych gatunków glin i bentonitów. Woda, która się ulatnia w temperaturze powyżej 400°C zachowuje się tak, jakby była chemicznie związana i wchodziła do siatki kryształu. Odpędzanie wody z tej siatki powoduje zanik własności bentonitu, którego siła wiążąca zostaje całkowicie zniszczona. Regeneracja bentonitu przez dodanie wody jest niemożliwa. Przepalane cząsteczki gliny zachowują się jak bezwartościowy pył i zmniejszają przepuszczalność masy.

Dla wyjaśnienia wpływu przegrzewania na zmianę własności wiążących przeprowadzono następujące badania: bentonit dodawany do syntetycznej masy (o skła-



Rys. 4. Wpływ przegrzewania na własności wiążące bentonitu

dzie: piasek kwarcowy, 5% bentonitu i odpowiedniej ilości wody) przegrzewano każdorazowo uprzednio do coraz wyższych temperatur. Z rysunku 4 widać, że zdolność wiążąca, a co za tym idzie wytrzymałość na ścinanie i ściskanie jest największa w masach, w których bentonit został przegrzany do temperatury 300°C. Przy silniejszym przegrzewaniu bentonitu własności wytrzymałościowe masy szybko maleją.

Przy odlewaniu ciężkich odlewów stalowych, w formach wykonanych z szamoty z dużą ilością giłny, konieczne jest dla usunięcia resztek wilgoci (która mogłaby wywołać wady powierzchniowe) podgrzewanie formy do temperatury 550°C.

Drugim zadaniem procesu regeneracji będzie usunięcie przepalonej gliny i bentonitu z przepalonej masy formierskiej.

Przeprowadzone badania nad rozkładem temperatury w formach wykazały, że temperatura masy obniża się z temperatury 1450°C na powierzchni formy przy odlewie staliwa, do temperatury około 400°C dopiero na głębokości 45 mm. Z podanych wyżej wyników widać, że całkowita ilość bentonitu z warstwy o podanej grubości staje się mniej więcej bezużyteczna.

Przy wielokrotnej przeróbce takiej masy bez dodatku świeżej gliny, procent spalonej gliny w masie będzie stale wzrastał a własności wiążące będą się obniżać. Przez dodanie świeżego bentonitu można oczywiście podnieść własności wytrzymałościowe masy, jednakże stały wzrost ilości przepalonej gliny będzie obniżać przepuszczalność i ograniczać możliwość odświeżenia masy używanej.

Spojwa organiczne dodawane do masy ulegają rozkładowi pod wpływem podwyższonej temperatury, powodując powstawanie gazów, smoły i produktów ko-

ksowania. Na powierzchni ziarn piasku powstaje cienki naskórek, zabarwiający wolną od pyłu węglową masę na czarno po kilkakrotnym użyciu. O możliwości usunięcia tych produktów w razie potrzeby użycia piasku na rdzenie olejowe, będzie mowa dalej.

Przy sporządzaniu masy ważna jest też temperatura masy formierskiej. Posiada ona szczególne znaczenie przy dużej produkcji potokowej pracy na dwie zmiany i konieczności ciągłego odświeżania zużytej masy.

Toteż **trzecim** ważnym **zadaniem** przy **regeneracji** i odświeżaniu masy jest należyte ochłodzenie masy przed jej ponownym przygotowaniem. Częściowe ochłodzenie następuje już w czasie transportu zużytej masy z rusztów wstrząsanych do instalacji przerobczej przez silnie przewietrzane kanały, najczęściej jednak jest ono niewystarczające.

Chłodzenie i odpylenie masy może być przeprowadzone w rozmaity sposób zależnie od wymaganego stopnia oczyszczenia i ochłodzenia. Najprostszym sposobem chłodzenia masy będzie odpowiednio długi transport poprowadzony na zewnątrz odlewni, z odpowiednim osłonięciem dla zabezpieczenia przed opadami deszczu. Trasa przenośnika bywa przy tym kilkakrotnie przerywana tak, że masa opada na następną taśmę. Innym sposobem może być przepuszczenie masy przez bęben chłodzony wodą, przy czym można równocześnie przeprowadzać odpylanie prądem powietrza. Dobre wyniki osiągnięto również stosując chłodzenie i odpylanie na wieżach. Sucha i ciepła masa dostaje się podnośnikiem kubełkowym na szczyt wieży, z którego opada kaskadowo w dół. Powietrze ssane przechodzi w poprzek przez warstwę opadającej masy, zapewniając dobre chłodzenie i odpylenie. Przepływ powietrza reguluje się przez zasuwanie otworów ssących.

Chłodzenie i odpylanie masy używanej wymaga dużych ilości powietrza dla odprowadzenia określonych ilości pyłu. Usuwanie dużych ilości pyłu przez filtry połączone jest ze znacznymi trudnościami. Dla oddzielenia pyłu nadają się najlepiej filtry mokre, w których woda i zanieczyszczone pyłem powietrze prowadzone są w przeciwnym kierunku. Woda z pyłem dostaje się do zbiornika, z którego pył jest usuwany pod postacią szlamu. Filtry takie budowane są w wielkościach o wydajnościach do 15 m³/sek. Przy jeszcze większych wydajnościach ekonomiczne są elektrofiltry. Dla mniejszych wydajności możliwe jest usuwanie pyłu w odpylaczu odśrodkowym. Powietrze zasysane jest po stycznej do zbiornika, w którym na wspólnym wale z wentylatorem obraca się bęben ze szczelinami, przez które przechodzi powietrze do wentylatora, podczas gdy pył odrzucony odśrodkowo spada do leja zesypowego. Najczęściej takie odpylanie jest wystarczające, niekiedy tylko potrzebne jest zainstalowanie za odpylaczem odśrodkowym jeszcze zwykłego filtru workowego.

Jeżeli warunki miejscowe i gospodarcze wymagają regenerowania piasku i masy, musi być ona poddana dalszym procesom, które zostały wprowadzone w Ameryce. Zawierająca dużo pozostałości z rdzeni olejowych masa, przemylwana jest w kadziach, zaopatrzonych w szybko obrotowe mieszadła, które przerabiają masę z dużym dodatkiem wody. Ściany zbiornika i mieszadło wyłożone są gumą, jako najodporniejszym na ścieranie materiałem. Następnie masa zostaje odszlamowana dużą ilością wody w dużych stożkowych zbiornikach. W czasie tych operacji usunięta zostaje

po największej części bionka gliny z poszczególnych ziarn piasku. Tak odmyty piasek, po odcieknięciu większej części wody poprzez sita vibracyjne przechodzi do suszarni, gdzie prażony jest przy temperaturze 550÷700°C. Przy ogrzaniu zostają spalone wszystkie pozostałości organiczne spoiwa i piasek odzyskuje jasną barwę. Z suszarni piasek dostaje się znowu do urządzenia chłodzącego i odpylającego równocześnie, a następnie odprowadzony jest do zasieków. Ten prawie biały piasek jest pełnowartościowym materiałem na masy syntetyczne, oraz na rdzenie. Proces taki nadaje się gospodarczo do stosowania tam, gdzie dobry piasek kwarcowy musi być sprowadzany z daleka, a odtransportowanie zużytego piasku na odległy zwal jest kosztowne.

Ochłodzony i odpylony piasek może być mieszany z dodatkiem bentonitu, gliny, wody i ewentualnie pyłu węglowego. Przy przygotowywaniu mas syntetycznych należy szczególnie zważać, aby ziarenka kwarcu były równomiernie otoczone świeżą gliną i pyłem. Można to osiągnąć jedynie przez wystarczająco silne i długotrwałe mieszanie i rozcieńczanie, możliwe przy należyтым postępowaniu we wszystkich odpowiednich mieszarkach. Mieszarki ślimakowe i ośrodkowe nie są do tego celu wystarczające. Zainstalowanie rejestrującego watomierza umożliwia obserwację działania mieszającego w czasie pracy mieszarki, gdyż pobór mocy zależny jest od stopnia wymieszania i własności masy.

Celowym jest wprowadzenie zwłaszcza dla masy wyjściowej jeszcze jednego zasobnika; w którym sporządzana masa może dojrzeć przed użyciem, a to dla wyrównania własności i przede wszystkim dla przejścia bentonitu w stan koloidalny.

Na podstawie nowszych zagranicznych badań, trzeba zwrócić szczególną uwagę na wartość pH masy zwłaszcza obiegowej. Własności masy związane są w znacznym stopniu z wielkością wskaźnika pH.

Pojęcie wartości pH oznacza ujemny logarytm koncentracji gram-jonów wodorowych w litrze. Wiele reakcji zależy od określonej koncentracji jonów wodoru: koloidy pęcznieją lub kurczą się, rozpuszczają się, lub wytrącają zależnie od niej, czyli innymi słowy od tego, czy i w jakim stopniu roztwór jest kwaśny, względnie zasadowy.

Zarówno własne jak i amerykańskie badania wykazały jednocześnie, że własności masy formierskiej, jak wytrzymałość na ściskanie i ścinanie zależne są w naj-

wyższym stopniu od wartości pH masy. Dodatek sody podwyższa pH, dodatek kwasu octowego obniża tę wartość. Badania wykazują, że najlepsze własności masy osiągane są w wąskim zakresie wartości pH. Wahania jakości bentonitu, czy gliny, a za tym i masy formierskiej wywoływane są w wielu przypadkach na pewno niekorzystną zmianą wartości pH wskutek dodania organicznego spoiwa lub innych dodatków.

Przy wielokrotnym używaniu tej samej masy i powtarzającym się nawilżeniu, zwłaszcza twardą wodą, możliwe jest stopniowe zasolenie masy. Wypadki takie stwierdzono w Anglii.

Elektrometrycznego pomiaru wartości pH dokonuje się przez zanurzenie do badanego roztworu ogniwa, którego napięcie jest miernikiem wartości pH. Aby uniknąć błędów wskutek polaryzacji elektrod przepływ prądu w czasie pomiaru musi być uniemożliwiony. Do badania leżących w zasadowym zakresie pH wodnych roztworów masy formierskiej stosowana jest z jednej strony elektroda kalomelowa, z drugiej antymonowa. Dla utrzymania równomiernego potencjału wskazanym jest przedmuchiwanie roztworu w czasie pomiaru powietrzem, które dla usunięcia dwutlenku węgla przepuszczone zostało uprzednio przez wodorotlenek wapnia. Dodając w czasie pomiaru składniki masy w kolejności w jakiej dodawane są przy mieszaniu można wyraźnie stwierdzić, który składnik ma wpływ na wartość pH. Wyznaczając najpierw pH dla czystego piasku i dodając następnie bentonitu, a po nim spoiwo organiczne stwierdzono niezbicie, że spoiwo to miało ujemny wpływ na pH, chociaż bentonit o wysokiej wartości pH wyrównuje ten spadek. Dla dokonania pomiaru wprowadza się do próbki piasku małą ilość wody i następnie wprowadza się do niej elektrody. Rozcieńczenie próbki nie ma praktycznie wpływu na wielkość pH.

Również ważnym jest utrzymanie właściwej wilgotności masy formierskiej, szczególnie w odlewniach zmechanizowanych, w których masa odbywa długą drogę na przenośnikach. W Ameryce używane są już w tym celu wskazujące wilgociomierze.

Ponieważ masy syntetyczne okazują szczególną skłonność do wysychania stwierdzono też, że celowym jest dodawanie do nich poza wysokowartościowym bentonitem także pewnej ilości zwykłej gliny, która lepiej zachowuje wilgoć.

A. M.

Giesserei Nr 20/54, str. 514

P. HELLER

621.74:008

Postęp w odlewnictwie w drugiej połowie 1953 r.

1. Struktura, własności fizyczne i odlewnicze

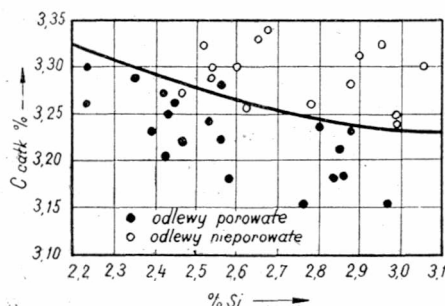
L. Hütter [1] w oparciu o dużą ilość odlewów próbował wyjaśnić przyczyny tworzenia się porowatości skurczowej. Stwierdził on ogólnie, że przy wyższych zawartościach węgla całkowitego uzyskuje się przeważnie odlewy pozbawione porowatości (rys. 1). W nieporowatych próbkach stwierdza się wyższą zawartość grafitu. Tworzenie się porowatości skurczowej zdaniem L. Hüttera ma tylko miejsce w czasie krzepnięcia tzn. zależy od pierwotnie wydzielonego grafitu, podczas gdy grafit wtórny, wchodzący w skład grafitu oznaczonego przy analizie, jest bez znaczenia.

W sposób uproszczony przedstawił Hütter na podstawie przekroju układu Fe-C-Si [2] i podwójnego układu Fe-C, grafit wydzielony z γ -Fe w stanie stałym; odjął go od analitycznie określonej całkowitej zawartości grafitu, i wykazał jego wpływ na porowatość skurczową uzyskując zawartość grafitu pierwotnego (rys. 2). Ten sposób postępowania można zastosować wyłącznie dla odlewów o składzie bliskim eutektycznego.

A. A. Armstrong [3] wyjaśnił na przykładzie ulepszanych cieplnie cienkościennych tulei cylindrowych nieznaczne poprawienie twardości jako szczególną za-

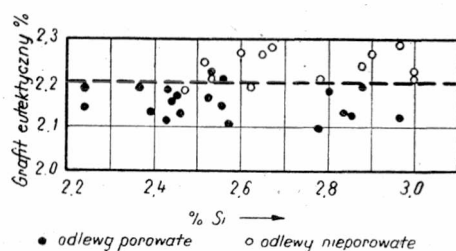
letę międzystopniowego ulepszenia. Zaobserwował to zjawisko wcześniej C. W. Ohly [4].

A. Roos [5] opisał urządzenie i metodę określania składu chemicznego wtrąceń krzemianów, obecnych w żeliwie szarym na skutek odtleniania go Ca-Si. Niestety nie podano ścisłych zakresów oraz danych od-



Rys. 1. Wpływ zawartości węgla i krzemu na tworzenie porowatości skurczowej według L. Hüttera [1]

nośnie powtarzalności tej metody, co ogranicza jej zastosowanie. W jedenastu przypadkach odtleniania żeliwa o składzie chemicznym 2,60% C; 0,71% Si; 0,74% Mn; 0,35% P i 0,08% S określono wtrącenia, które wynosiły przeciętnie 0,96% (0,77÷1,07%) i składały się z następujących związków chemicznych: 31,60% SiO₂; 11,20% Al₂O₃; 50,10% FeO; 7,10% Fe₂O₃ i 0,13% MnO. Wykres na rys. 3 ilustruje fakt, że po odtlenianiu przy pomocy Ca-Si występuje ścisła zależność między za-



Rys. 2. Wpływ eutektycznego grafitu i zawartości krzemu na tworzenie porowatości skurczowej według L. Hüttera [1]

wartością tlenków metali i rozpuszczonym w żelazie wapniem. Zawartość ta wzrasta także wraz z rosnącą zawartością fosforu, co oznacza, że stopień odtlenienia wzrósł. Na tej podstawie wnioskuje Roos, że rozpuszczone w ciekłym metalu tlenki ograniczają działanie fosforu na własności mechaniczne, co pozwala na wyznaczanie rzeczywistej zawartości fosforu w żeliwie z empirycznego wzoru:

$$P' = P - \frac{5 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}}{10}$$

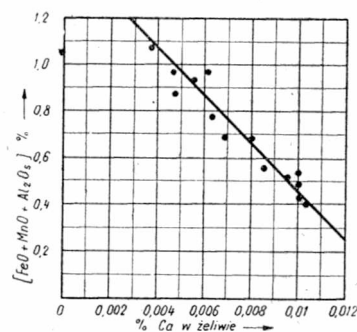
Również pożądane jest wyliczenie rzeczywistej zawartości krzemu w żeliwie, która jest łatwa do wyznaczenia z całkowitej zawartości Si w ciekłym metalu i z oddzielnych wtrąceń. Zbadano przykładowo zależność modułu sprężystości od zawartości fosforu bez uwzględnienia poprawionej zawartości i uzyskano odpowiednio różne od określonych z zawartości krzemu wyniki (rys. 4). Jeżeli uwzględnione zostaną rzeczywiste zawartości krzemu i fosforu, to uzyska się zdecydowaną zależność, jak to podaje wykres na rys. 4. Wysokie wartości modułu sprężystości nie tylko tłumaczyć można zdecydowanie podeutektycznym charakterem ($S_c = 0,70$) badanych materiałów (podobnych do żeliwa wyjściowego przy produkcji żeliwa ciągli-

wego) lecz również zastosowaniem dynamicznej metody pomiaru [6].

Już wcześniej A. Thum i O. Petri [6] zauważyli, że moduł sprężystości żeliwa wzrasta przy rosnącej zawartości fosforu.

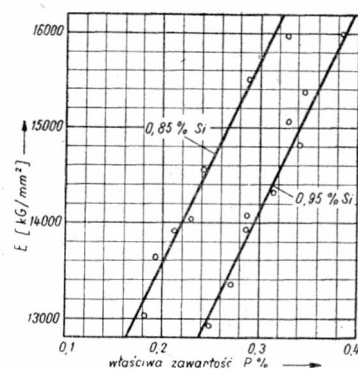
L. F. Porter i Ph. C. Rosenthal [7, 8] badali leżność żeliwa oraz opisywali wpływ siarki na to zjawisko

Spośród cennych publikacji badawczych należy wymienić prace J. V. Dawsona, L. W. Smitha i B. B. Bacha [9] o wpływie azotu na własności żeliwa szarego. Ustalili oni, że w zwykłym żeliwie handlowym zawartość azotu mieści się w granicach 0,002 do 0,015%. Badania prowadzono w ten sposób, że do ciekłego żeliwa dodawano materiały zawierające azot jak CaCN₂ lub



Rys. 3. Zależność między zawartością tlenu i wapnia w żeliwie odtlenionym wapnio-krzemem według A. Roosa [5]

K₄Fe(CN)₆ · 3 H₂O łącznie z węglanem sodu (Na₂CO₃) jako topnikiem, przez co uzyskiwano do 0,05% N. Przy podeutektycznym jak również i nadeutektycznym żeliwie wraz ze wzrostem zawartości azotu wzrasta również zawartość węgla związanego a płatki grafitu są krótsze, grubsze i mocniej wygięte. Azot wpływa silnie na stabilizację cementytu i perlitu, szczególnie już przy zawartości 0,01% N. Z tym jest oczywiście związane pogorszenie wytrzymałości; dochodzi jeszcze do tego obawa, jak to wykazało szereg prób, że graniczna rozpuszczalność azotu w stanie stałym może być przekroczona i odlewy będą porowate. Małe do-



Rys. 4. Zależność modułu sprężystości żeliwa od poprawionej zawartości fosforu i krzemu według A. Roosa [5]

datki aluminium, które wiążą azot w formie trwałych azotków mogą, szczególnie przy odlewach cienkościennych, wyeliminować to szkodliwe działanie azotu.

P. Bastien, P. Azou i Ch. Winter [10] nasycali próbki różnych materiałów lanych przy temperaturze pokojowej wodorem „in statu nascendi” przez działanie 1% HCl lub przez katodowe wyładowanie w elektrolicie o tym samym składzie. Przy bezpośrednim nasy-

caniu korodowanie było bardzo szybkie, tak że zupełnie dominowało nad wpływem wodoru. Przy elektrolitycznym wyładowaniu zaadsorbowanie wodoru zależy nie od czasu działania, lecz od struktury osnowy metalicznej i grafitu, jak to wykazują tablice 1 i 2. Czarne żeliwo ciągliwe jest na zaadsorbowanie wodoru szczególnie podatne, podobnie jak stal. Żeliwo z grafitem pasemkowym o osnowie ferrytycznej jest podatniejsze niż żeliwo o osnowie perlitycznej.

Tablica 1 i 2

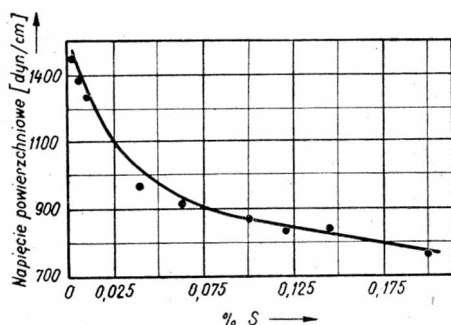
Wpływ struktury na zaworowanie żeliwa ciągliwego i szarego według P. Bastiena, P. Azou i Ch. Wintera [10]

Oznaczenie żeliwa	Skład chemiczny %					Stan	Struktura
	C	Si	Mn	P	S		
A	1,59	1,29	0,68	0,14	0,20	wyżarzony	ferryt, węgiel żarzenia
B	3,66	2,57	0,73	0,26	0,04	wyżarzony	ferryt, gruby grafit
C	3,66	2,57	0,73	0,26	0,04	lany	perlit, gruby grafit
D	3,46	1,54	0,70	0,06	0,02	wyżarzony	ferryt, drobny grafit
E	3,46	1,54	0,70	0,06	0,02	lany	perlit, drobny grafit

Żeliwo	Czas odgazowania (godz.)	Zawartość wodoru po zaworowaniu w czasie (godz.)			
		6	24	48	72
		cm ³ /100 g			
A	1500	13,00	20,00	25,40	34,00
B	1500	1,20	3,30	2,60	4,70
C	1500	0,70	3,00	1,80	0,70
D	1500	3,20	4,80	2,15	2,65
E	1500	1,95	3,00	1,45	1,15

Wodór pogarsza własności mechaniczne a szczególnie własności plastyczne, jednakże można przez odgazowanie przywrócić początkowe własności.

Przez pomiar podciśnienia w kapilarach grafitowych i na podstawie wcześniej wyprowadzonej metody przeliczeniowej K. Grutner i B. Marinček [11] wyznaczyli napięcie powierzchniowe stopionej surówki i żeliwa w granicach 800 do 1100 dyn/cm. Te wyniki są zgodne ze starymi pomiarami F. Sauerwalda, W. Krause'go i W. Michalke'go [12] jak również G. Beckera, F. Hardersa i H. Kornfelda [13]. Napięcie powierzchniowe jest zależne w dużym stopniu od zawartości siarki w ciekłym żeliwie (rys. 5), tak że dla żeliwa sferoidal-



Rys. 5. Zależność napięcia powierzchniowego ciekłego żeliwa od zawartości siarki według K. Grutnera i B. Marinčeka [11]

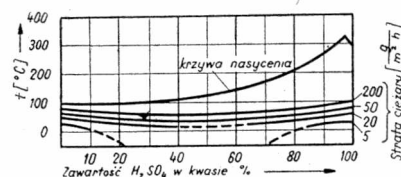
nego jest o 50% wyższe i wynosi 1300÷1400 dyn/cm. Zauważona przez Sauerwalda i in. [12] zależność napięcia powierzchniowego od temperatury nie została potwierdzona.

K. B. Palmer [14] próbował ustalić wpływ struktury i składu chemicznego żeliwa na jego opór elektryczny. Stwierdził on, że podstawowe prace J. H. Partridgea [15], H. Pinsla [16], J. W. Donaldsona [17], A. L. Norbury'ego i E. Morgana [18] jak również E. Söhnchena i O. Bornhofena [19] można pominąć ze względu na

nowsze badania J. Jitaka i K. Sekiguchi'ego [21], które dotychczas w Niemczech nie są znane. Prace Palmera zgadzają się ze starszymi pracami we wszystkich ważniejszych wynikach, szczególnie w spostrzeżeniu, że węgiel i krzem mają dominujący wpływ na przewodnictwo elektryczne łącznie z takimi czynnikami jak szybkość chłodzenia, wielkość i postać grafitu. Węgiel i krzem podwyższają opór właściwy, w mniejszej mierze powodują to również fosfor, nikiel i aluminium. Mniej wyraźny wpływ wywierają molibden, wanad, mangan, siarka i miedź, aczkolwiek tej ostatniej E. Söhnchen i O. Bornhofen [19] przypisywali działanie powodujące zwiększenie oporu właściwego.

Dotychczas nie wyjaśnione działanie chromu zostało opracowane przez Palmera, który twierdzi, że przez tworzenie węglików chrom powoduje obniżenie oporu elektrycznego. Wyżarzony na ferrytyczne żeliwo szare posiada mniejszy od perlitycznego opór, a żeliwo z grafitem sferoidalnym wykazywało ze wszystkich badanych największą przewodność. Uzyskanie wysokiej oporności nie zależy wyłącznie od odpowiedniego składu chemicznego, lecz również od odpowiedniego doboru temperatur lania i warunków chłodzenia.

Zachowanie się żeliwa Niresist I (3% C; 1,0÷2,5% Si; 1,0÷1,5% Mn; 13,5÷17,5% Ni; 5,5÷7,5% Co oraz



Rys. 6. Korodowanie żeliwa Niresist w kwasie siarkowym w zależności od jego stężenia i temperatury według M. Fontany [21]

1,75÷2,5% Cr) w wolnym od zawartości powietrza kwasie siarkowym przedstawia M. C. Fontana [21] w zależności od stężenia i temperatury (rys. 6). W zakresie niższych temperatur żeliwo Niresist I jest odporne na działanie kwasu o różnych stężeniach, jednakże odporność na korodowanie szybko maleje ze wzrostem temperatury. Przy obecności powietrza w kwasie ubytki przy korozji wzrastają 10÷15-krotnie i to przy wyższych stężeniach kwasu mniej niż przy kwasach rozcieńczonych. Podczas gdy miedź zwiększa odporność żeliwa Niresist I na działanie badanego ośrodka, chrom działa szkodliwie.

Obok wielu badań i obserwacji prowadzonych dla wyjaśnienia sprawy przyczyn pęcznienia żeliwa, praca J. W. Granta [22] nie dała również zadowalających wyników. Przypuszcza on, że przyczyną pęcznienia jest rozpad perlitu z wydzielaniem wtórnego grafitu, jak również utlenianie metalicznej osnowy jak to wcześniej twierdzili H. F. Rugan i H. C. H. Carpenter [23] oraz H. C. H. Carpenter [24]. Jeżeli uwzględniono by badania A. L. Norbury'ego i E. Morgana [25], to powstaje zasadnicze pytanie, jaki wpływ wywiera ilość i postać grafitu, lub jakie jest działanie rozpuszczonych czy zaabsorbowanych gazów. Opierając się na założeniach C. Benedicksa i H. Löfquista [26] oraz P. Kikuta [27], którzy twierdzą, że z wydzielaniem i ponownym rozpuszczaniem grafitu oraz przemianą $\gamma \rightarrow \alpha$ przy wahadłowym nagrzewaniu związana jest ze zmianą objętości powodująca powstawanie wewnętrznych pęknięć, można częściowo tylko wyjaśnić przebieg pęcznienia, Grant przeprowadził próby z blokami że-

liwnymi uzyskując ciekawe wyniki. Przy wahadłowym wyżarzeniu (650÷900°) w próżni lub atmosferze argonu występowały również zmiany objętości, które nie mogły oczywiście być spowodowane obecnością utleniających gazów. Godne uwagi jest większe pęcznienie próbek w atmosferze argonu niż w próżni. Gdy próbki przy odpuszczaniu utleniono i następnie umieszczono w próżni, to wzrost objętości został zmniejszony o 3÷6%, podczas gdy w stanie nieutlenionym wynosił on 20÷40%. Pełnego zahamowania pęcznienia nie udało się dotychczas uzyskać. Na podstawie tych spostrzeżeń i obserwacji metalograficznych można tylko przypuszczać, że wskutek obecności tlenu utlenia się obecny w roztworze stałym krzem; każde pasemko grafitu zostaje otoczone cienką warstwą SiO_2 lub krzemianów i przez to w zakresie przemiany rozpad lub powtórne rozpuszczenie grafitu, o ile nie jest uniemożliwione, to przynajmniej jest wydatnie zahamowane. Bez ostatecznego rozstrzygnięcia można stwierdzić, że na przebieg pęcznienia wywierają wpływ następujące czynniki:

1. tworzenie i rozpad perlitu z wydzieleniem wtórnego grafitu;
2. utlenienie metalicznej osnowy z otoczeniem pasemek grafitu przez warstwę SiO_2 lub krzemianów, oraz
3. w mniejszej mierze tworzenie wewnętrznych pęknięć naprężeniowych na skutek wtórnych zmian budowy sieci.

Literatura

1. Giesserei, t. 40 (1953), 455
2. H. Jass, H. Hanemann: Giesserei, t. 25 (1938), 293; Stahl u. Eisen, t. 58 (1938), 785
3. American Foundryman, t. 53 (1953), 142

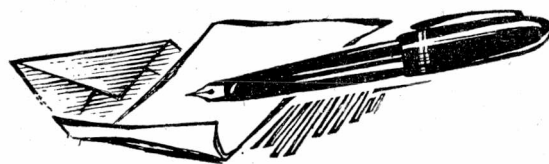
4. Materials and Methods, t. 25 (1947), nr 5, 89
5. Congrès International de Fonderie, Paris 1953, referat CI-8
6. Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, Düsseldorf 1953
- 6a. Archiv für Eisenhüttenwesen, t. 13 (1939/40), 149
Stahl und Eisen, t. 59 (1939), 1083
7. Stahl und Eisen, t. 73 (1953), 230
8. Foundry, t. 81 (1953), nr 8, 94 i 245
9. Journal of the Research Development BCIRA, t. 3. (1923), 540
10. Congrès International de Fonderie, Paris 1953, referat CI-37
11. Giesserei, nr 12 (1953), 587
12. Zeitschrift anorganische und allgemeine Chemie, t. 18 (1929), 353
13. Archiv für Eisenhüttenwesen, t. 20 (1949), 363
Stahl und Eisen, t. 70 (1950), 35
14. Journal of the Research Development BCIRA, t. 3 (1953), 571
15. Journal of the Iron and Steel Institute, t. 112 (1925), 191
16. Giesserei-Zeitung, t. 25 (1928), 73
Stahl und Eisen, t. 50, (1930), 1136
17. Foundry Trade Journal, t. 54, (1936), 417
Stahl und Eisen, t. 57 (1937), 738
18. Journal of the Iron and Steel Institute, t. 125 (1932), 422
19. Archiv für Eisenhüttenwesen, t. 8 (1934/35), 387
Stahl und Eisen, t. 55 (1935), 199
20. Report of the Casting Laboratory of the Waseda University, nr 3 (1952), 23
21. Industr. Engineering Chemie, t. 45 (1953), nr 3, 191 A i 194 A
22. Foundry Trade Journal, t. 95 (1953), 281, 321 i 359
23. Journal of the Iron and Steel Institute, t. 80 (1909), 29, 151
24. Journal of the Iron and Steel Institute, t. 83 (1911), 196, 229
25. Journal of the Iron and Steel Institute, t. 129 (1931), 413
26. Journal of the Iron and Steel Institute, t. 155, (1927), 603
Stahl und Eisen, t. 48 (1928), 1587
27. Science Report of the Tohoku Imperatore University, t. 11 (1922), 1

Z. G.

Stahl und Eisen, t. 74, nr 16, 1954, str. 1016

(c. d. n.)

Pytania i odpowiedzi



PYTANIE: Dlaczego odlewy żeliwne zalewa się z kadzi przechylnych przez dziób, a nie stosuje się zalewania przez otwór w dnie kadzi, mimo że ta metoda, jak wypróbowano, daje przy wykonywaniu odlewów staliwnych bardzo dobre wyniki.

R. K.

ODPOWIEDŹ: W odlewnictwie żeliwa i staliwa stosowane są trzy typy kadzi do rozlewania metalu:

1. zwykle kadzie przechylne, z których metal wylewa się przez dziób;
2. kadzie z otworem w dnie — przez który rozlewa się metal.
3. kadzie syfonowe przechylne, z których metal wypływa z dna kadzi górą po przepłynięciu przez specjalny kanał (jak woda z czajnika).

Główną zaletą kadzi z otworem w dnie w stosunku do zwykłych kadzi przechylnych jest to, że:

1. niebezpieczeństwo wplynięcia żużla do formy jest małe, gdyż metal wypływając z dna kadzi nie porywa żużla znajdującego się na jego powierzchni, jak również przez cały okres zalewania cząsteczki żużla zawieszone w metalu wypływają ku górze, przez co metal ulega oczyszczeniu.
2. powierzchnia metalu przykryta jest przez cały okres zalewania żużlem, przez co spadek temperatury jest bardzo wolny.

Zasadniczą wadą kadzi z otworem w dnie w stosunku do zwykłych kadzi przechylnych jest to, że:

1. nie ma praktycznie możliwości regulacji szybkości zalewania form, gdyż maksymalna ilość wypływającego metalu zależy od średnicy otworu w dnie oraz wysokości metalu w kadzi. Teoretycznie możliwe jest zmniejszenie tej ilości przez dławienie zatyczką, co jednak nie jest zalecane, gdyż powoduje znaczne rozbryzgi metalu i częste awarie kadzi.
2. Kadzie z otworami w dnie łatwo ulegają awarii i metal trzeba wylać do piasku.

W przypadku odlewów żeliwnych zalety kadzi z otworem w dnie nie mają istotnego znaczenia, gdyż kwaśny, gęstopłynny żużel łatwo ściągnąć z powierzchni metalu lub przytrzymać zgarniaczką. Spadek temperatury ciekłego metalu jest wolny, gdyż żeliwo w kadzi ma znacznie niższą temperaturę niż staliwo (wg prawa Stefana-Boltzmanna ilość wypromieniowanego ciepła zależy od temperatury metalu w czwartej potęgę). Ponadto spadek temperatury nie ma tak dużego znaczenia jak przy staliwie, gdyż żeliwo w wyniku prawie eutektycznego składu chemicznego ma dobrą lejącość w dużym zakresie temperatur.

Z tych względów stosujemy dla żeliwa kadzie przechylne, przez co uzyskujemy bardzo ważną możliwość regulowania w dużym zakresie szybkości zalewania

form, a samo zalewanie sprawia znacznie mniej kłopotów.

Przeciwnie przy rozlewaniu staliwa trudno jest usunąć rzadko-płynny żużel z powierzchni metalu, a odkrycie powierzchni powoduje gwałtowne stygnięcie. Dlatego rezygnujemy z korzyści stosowania kadzi przechyłnych i decydujemy się na zalewanie z kadzi z otworem w dnie, aczkolwiek w wielu odlewniach posiadających małe piece stosuje się także kadzie

przechyłne o pojemności do 5 t dla stali kwaśnej i 3 t dla stali zasadowej.

Połączenie zalet zwykłych kadzi przechyłnych i kadzi z otworem w dnie dają przynajmniej częściowo, kadzie syfonowe. Jednakże stosowane są w odlewniach bardzo niechętnie, gdyż wymagają ostrożnego obchodzenia się z nimi oraz sprawiają pewne trudności przy przygotowaniu.

J. P.

Wiadomości

Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego

Odlewników Polskich

STOP

KOMUNIKAT

ZARZĄDU GŁÓWNEGO STOWARZYSZENIA
NAUKOWO-TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW
POLSKICH

Materiały sprawozdawcze

Z Krajowej Narady Naukowo-Technicznej na temat „Technologii produkcji odlewów z metali nieżelaznych” zorganizowanej wspólnie z Ministerstwem Przemysłu Drobno i Rzemiosła i Zarządem Głównym Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Odlewników Polskich dla przedstawicieli zakładów tego resortu oraz Centralnego Zarządu Spółdzielczości Pracy w dniach 10 i 11 stycznia 1955 roku w Krakowie.

W naradzie wzięło udział 79 osób reprezentujących 47 zakładów pracy.

W dążeniu do obniżenia kosztów własnych odlewni podległych Ministerstwu Przemysłu Drobno i Rzemiosła oraz Centralnemu Zarządowi Spółdzielczości Pracy, a tym samym do pełnego realizowania uchwał II Zjazdu PZPR zmierzających do podniesienia stopy życiowej ludności pracującej, została zorganizowana narada naukowo-techniczna dla wszechstronnego omówienia technologii produkcji metali nieżelaznych. Narada powyższa jest trzecią z kolei organizowanych narad dla Ministerstwa Przemysłu Drobno i Rzemiosła. Dotychczasowe doświadczenia wykazały, że wyniki narad mają poważne znaczenie dla podniesienia jakości produkcji w odlewniach z jednej strony oraz dla Resortu z drugiej, wskazując na konieczność poczynienia niezbędnych zmian organizacyjnych, gwarantujących podniesienie poziomu technicznego odlewni oraz zabezpieczających wykonanie a nawet przekroczenie planów produkcyjnych.

Zagadnienie metali nieżelaznych w naszym kraju stoi daleko w tyle w porównaniu z państwami ościnnymi. Dlatego też gospodarka tymi metalami jest sprawą bardzo ważną w skali ogólnokrajowej mogącą przynieść poważne korzyści w wypadku stosowania właściwych metod technologicznych i odpowiednich surowców lub też ogromne straty przy złych surowcach i nieprzestrzeganiu dyscypliny technologicznej.

Narada odsłoniła poważne braki i niedociągnięcia zarówno w pracy Rafinerii we Wrocławiu przy dostarczaniu bez atestów lub też niezgodnych z atestami bloków mosiądzów, brązów itp. oraz Biura Dostaw Odlewnictwa, które z reguły dostarcza takie piaski, które nie były zamawiane przez użytkowników, a także sama jakość piasków zwykle odbiega od załączonego w nielicznych wypadkach atestu.

Zdawać sobie należy sprawę, że trudno jest dosyć szczegółowo omówić zagadnienie metali nieżelaznych w ciągu krótkiego czasu jaki stał przed uczestnikami w czasie dwudniowej narady. Dlatego też narada miała na celu zwrócić uwagę Kolegów na zagadnienia zasadnicze, podstawowe, takie jak technologia topienia, odlewania, budowa układu wlewowego, odlewnictwo ciśnieniowe i wady odlewnicze.

Bardziej dokładnie i wnikliwie zagadnienia te ujęte są w dostarczonych uczestnikom skryptach jak też

i w później wydanych materiałach sprawozdawczych, w których m.in. znajdują się:

1. Referat wprowadzający *Kol. T. Kubika*.
2. Nowa Klasyfikacja Wad Odlewów z Metali Nieżelaznych — do referatu *Kol. A. Górskiego*.
3. Referat na temat odlewnictwa ciśnieniowego *Kol Z. Strojnego*.

* * *

Naradę otworzył Wiceprezes STOP *doc. C. Kalata* witając przybyłych i prosząc równocześnie o uczczenie jednominutową ciszą pamięci zmarłego w dniu 1 grudnia 1954 r. w Krakowie Prezesa STOP *Prof. dr inż. M. Czyżewskiego*.

Przedstawiciel Ministerstwa Przemysłu Drobno i Rzemiosła *Kol. T. Kubik* obejmując przewodniczenie w naradzie podkreślił w swoim krótkim przemówieniu doniosłość narady na temat metali nieżelaznych dla przedstawicieli ich resortu, która przyczyni się do wykonania poważnych zadań nałożonych na odlewnie w zakresie produkcji metali nieżelaznych. Równocześnie *Kol. T. Kubik* wygłasza referat polityczno-gospodarczy, na temat realizacji uchwał II Zjazdu Partii przez oszczędną gospodarkę metalami nieżelaznymi.

W dalszym ciągu narady zostały wygłoszone następujące referaty:

- 10.I.55 1. Masy formierskie i rdzeniowe stosowane w odlewniach metali nieżelaznych — *mgr inż. Z. Wertz*.
2. Odlewnictwo stopów miedzi — *mgr inż. C. Adamski*.
3. Wady odlewów metali nieżelaznych — *mgr inż. A. Górski*.
4. Budowa układu wlewowego — *mgr inż. T. Welkens*.
- 11.I.55 1. Odlewnictwo stopów aluminiowych — *mgr inż. J. Szopa*.
2. Odlewanie pod ciśnieniem — *mgr inż. Z. Strojny*.
- 12.I.55 Zwiedzanie Krakowskich Zakładów Odlewniczych oraz Krakowskiej Fabryki Armatur.

W dyskusji poruszano m.in. niżej podane zagadnienia, które w miarę możliwości Koledzy referenci starali się wyjaśnić.

1. Poważny procent braków w odlewniach metali nieżelaznych spowodowany jest na skutek niewłaściwej gospodarki materiałami formierskimi, które są niewłaściwie składowane, przerabiane i odświeżane. Dużą trudnością jest brak danych co do własności mas formierskich stosowanych do form odlewanych na sucho i na wilgotno dla różnych rodzajów tworzywa.
2. Stosowane masy formierskie na odlewy aluminiowe odlewane w formach wilgotnych dają najlepsze rezultaty przy przepuszczalności wynoszącej około 30 jednostek. Zestaw takiej masy formierskiej można uzyskać z naszych piasków z Turznic (piasek gliniasty) z domieszką drobnoziarnistego piasku kwarcowego ze Świnar w stosunku 2 : 1. Masa taka nie ustępuje zupełnie własnościom mas sporządzonych z piasków zagranicznych (np. z Halle).

3. Piaski posiadające ponad 50% pozostałości po frakcji głównej nie nadają się do form zalewanych na wilgotno ze względu na zbyt niską przepuszczalność poniżej 10 jednostek. Piaski te posiadają bardzo dużo pyłu kwarcowego. Do tych piasków zaliczyć można piasek spod Kopca Kościuszki w Krakowie.
4. Brąz B10 (CuSn10) ma zastosowanie na części pracujące w ciężkich warunkach i ze względu na dobro maszyny nie powinno się dawać innego brązu. Brąz B555 jest określony normą, w której są również podane warunki pracy odlewów z tego brązu w zależności od zastosowania. Jest to stop żółty pracujący do $p.v = 60$ do 80, przy v max. 4 m/sek., to znaczy że $p.v.$ przy obciążeniach stałych może dochodzić do 80, a przy obciążeniach zmiennych do 60.
Dodatki stopowe takiego brązu muszą się mieścić w granicach:

Sn 4÷6%
Zn 4÷6%
Pb 4÷6%

Stop mieszczący się w tych granicach nie zmienia swych własności. Rafineria przygotowująca te stopy jest obowiązana dostarczać je w tych granicach pod względem składu chemicznego oraz musi dostarczać do przemysłu atest hutniczy.

5. Poważny wpływ na jakość otrzymywanego metalu ma czas topienia. Im krótszy czas topienia tym metal jest mniej zagazowany. Należy dobierać takie piece, aby czas topienia skrócić do minimum.
6. O trwałości tygla tzw. „grafos“ decyduje ułożenie grafitu. Masa tygla składa się z szamoty i grafitu.
7. Paliwo do pieców tyglowych (koks) powinno być jak najlepszego gatunku. Najlepszym jest koks odlewniczy posiadający mało wilgoci. Wielkością kawałków koksu można regulować czas topienia. Koks powinien być składowany w magazynach krytych. W wypadku gdy takich magazynów nie ma należy koks umieścić w odlewni w pobliżu pieców w ilości potrzebnej na następny dzień.
8. Topienie ołowiu należy przeprowadzać pod przykryciem z węgla drzewnego ze względu na duże skłonności ołowiu do utlenienia. Unikać należy przegrzewania. Zalewanie powinno być jak najspokojniejsze.
9. Przetapianie stopów aluminium może się odbywać bez przykrycia żużłem ze względu na to, że ścisła powłoczka tlenków aluminium chroni metal przed przenikaniem gazu do wnętrza kąpieli. Jako żużel możemy stosować chlorki sodu (NaCl), amonu (NH₄Cl) itp. Wszystkie one są bardzo higroskopijne, co zmusza do specjalnego ich przechowywania w naczyniach hermetycznych względnie przed użyciem powinny być podgrzane do temperatury 110°C.
O ile nie podgrzewamy chlorków należy stosować rafinację azotem (N₂) lub mieszaniną azotu z chlorem (N₂, Cl).
10. W wypadku „rośnięcia“ metalu (brąz krzemowy) spowodowanego niewłaściwie przygotowanymi blokami należy czas rafinacji azotem zwiększyć od 10 do 15 minut. W braku należytego efektu należy po rafinacji stosować pod dzwonem sól.
11. Rola nadlewu polega na iak najdłuższym utrzymaniu metalu w stanie ciekłym (w miejscu nadlewu). Dlatego zwykle na nadlewy wybiera się kształty kuliste. W odlewnictwie metali nieżelaznych można stosować dwa rodzaje nadlewów. Nadlew atmosferyczny kryty, nie mając kontaktu z powietrzem, będzie krzepnął później, ale może przyczynić się do zagazowania metalu. Nadlew odkryty krzepnie szybciej, ale nie wpływa na zwiększenie zagazowania metalu.
Wlew stosuje się o zbieżności 3÷5%.
12. Zasadniczo nie wolno wprowadzać domieszek do stopu. W wyjątkowych wypadkach można otrzymać zezwolenie z Centralnego Zarządu M.N. upoważniające do nabycia modyfikatorów. Dodatek Fe do stopów aluminiowych jest raczej szkodliwy, gdyż Fe (żelazo) jest czynnikiem zagazującym

i obniżającym własności tych stopów. Dodatek Fe do stopów miedziowych wpływa korzystnie, o ile jego ilość nie przekracza 1,2%.

13. Odlewy kokilowe posiadają więcej gazów niż odlewy piaskowe. (Postać por gazowych w odlewach kokilowych jest korzystniejsza, gdyż pory te są drobne).
14. Najczęściej stosowanymi łyżkami do zalewania odlewów z metali nieżelaznych (zalewanie kokil) są łyżki z blachy żelaznej, wylepione mieszaniną grafitu z gliną. Trwałość takiego wyłożenia waha się od tygodnia do miesiąca (przy codziennym używaniu).
15. Najlepszą termoparą dla stopów nieżelaznych jest termopara chromel-alumel. Jest wygodna, łatwa ją użyć zanurzając do metalu. Przed pomiarem należy smarować ją grafitem, gdyż rozpuszczanie żelaza w aluminium nie jest korzystne.
Do stopów aluminiowych można również stosować termoparę Nikiel-Nikiel-Chrom.
16. Stosowane obecnie stopy na nakrycia i naczynia kuchenne są najtańsze. Do stopów tych należą alupolon i stop LA63. Ponieważ wykonywane są ze stopów wojennych cena ich jest niska, ale też niska jest ich jakość. Z chwilą uzyskania odpowiednich surowców sytuacja zmieni się na lepsze. Obecnie droższe stopy idą na odlewy bardziej odpowiedzialne.
17. Do wyrobu form ciśnieniowych stosuje się stale specjalnie przeznaczone do pracy na gorąco. Do stali tych zaliczamy stal W-W-N1 o zawartości wolframu do 10%. Jest to stal najdroższa. Z innych gatunków stosowanych stali należy wymienić stal W-W-S lub W-N-W2. Im materiał stopu stosowanego do odlewania ciśnieniowego jest łatwiej topliwy tym gorszą pod względem wytrzymałości na gorąco można użyć stal na formę.
18. Stosowanie kooperacji przez Zakłady, które nie posiadają maszyn ciśnieniowych z zakładami produkującymi odlewy ciśnieniowe w wielu wypadkach ma bardzo poważny wpływ na obniżkę kosztów własnych. Odlewnia-Spółdzielnia Pracy „Zawód“ w Bydgoszczy w ramach kooperacji z Krakowską Fabryką Armatury zmniejszyła koszt produkowanych odlewów niżej ceny podanej w cenniku, co dotychczas nie było absolutnie możliwe.
19. Niedostateczne pod względem jakości, ilości i terminowości dostawy surowców i materiałów pomocniczych do odlewni są przyczyną opóźnień w wykonawstwie oraz niskiej jakości odlewów. Szczególnie odnosi się to do Rafinerii, Central Złomu i Biura Dostaw Odlewnictwa.
Przysyłane surowce i materiały są z reguły bez atestów, a jeżeli atesty te są, to albo przychodzą zbyt późno albo też są nieaktualne.
20. Niektórzy spośród zebranych wyrazili również pogląd, że Instytut Odlewnictwa za mało interesuje się odlewniami mniejszymi. W wypadku zaś udzielenia pomocy okazuje się, że jest ona za mało konkretna w odniesieniu do tych odlewni.
21. Odlewnie potrzebujące pomocy ze strony naukowo-badawczej mogą zwracać się bądź to do Akademii Górniczo-Hutniczej — Wydział Odlewnictwa, Kraków, Krzemionki 11, do Instytutu Odlewnictwa — Zakład Instruktażu i Ekspertyz względnie do Zarządu Głównego STOP, który skieruje zapytanie do odpowiedniej, kompetentnej jednostki.
22. Powiązanie zakładów pracy ze STOP-em powinno być bardziej ściśle. Objawiać się ono powinno między innymi w tworzeniu Kół Zakładowych STOP w zakładach, gdzie istnieje już 5 chętnych należeń do stowarzyszenia. Przynależność do STOP-u daje członkom możliwości:
 - a. korzystania z ulgowej prenumeraty „Przeglądu Odlewnictwa“,
 - b. uczestniczenia w kursach i naradach organizowanych przez STOP,
 - c. wymiany doświadczeń między zakładami,
 - d. organizowania we własnym zakresie kursów, wycieczek do zakładów produkujących jak np. Zakłady Starachowickie, Fabryka Radiatorów

w Chojnach i Niekłaniu, Fabryka Maszyn Żniwnych w Starołęce, Krakowskie Zakłady Odlewnicze i inne, celem podniesienia poziomu technicznego zakładu i doszkolenia członków.

Ważnym czynnikiem w wymianie doświadczeń międzyzakładowych powinien być „Przegląd Odlewnictwa”, do którego można nadsyłać krótkie notatki z terenu dotyczące swoich własnych osiągnięć przyczyniających się do zwiększenia wydajności produkcji, podniesienia jej jakości, zmiany technologii itp. Notatki te mogą posiadać nawet pewne braki redakcyjne, które zostaną na miejscu uzupełnione przez Komitet Redakcyjny.

Apelujemy o zwracanie się także z pytaniami z zakresu odlewnictwa, na które odpowiedzi Koledzy dostaną zarówno bezpośrednio, jak i przez „Przegląd Odlewnictwa”.

Stale zwiększająca się współpraca z zakładami pracy a Stowarzyszeniem pozwoli zakładom zorientować się w możliwościach korzystania w wypadkach trud-

ności produkcyjnych z bogatego doświadczenia, jakie posiadają zarówno Instytut Odlewnictwa jak i Wyższe Uczelnie, które pośpieszą z konkretną pomocą zakładom.

Każda taka narada, a więc i ta, spełniła swoje zadanie — podbudowując teoretycznie uczestników i dając im pomocną broń w walce o jakość produkcji w postaci szczegółowo opracowanego skryptu metali nieżelaznych.

Na zakończenie narady zebrani uchwalili wnioski, które staną się podstawą dla prac zarówno Ministerstwa Przemysłu Drobno i Rzemiosła, Centralnego Zarządu Spółdzielczości Pracy, jak i dla Zarządu Głównego STOP w walce o obniżenie kosztów własnych odlewni i dalsze podniesienie ich poziomu technicznego przyczyniając się do realizacji uchwał II Zjazdu Partii.

* * *

Wnioski ogłoszone były w Nr 2/55 „Przeglądu Odlewnictwa”.

A. G.

XXI Międzynarodowy Kongres Odlewniczy we Florencji



Jak już zapowiadaliśmy w „Przeglądzie Odlewnictwa” Nr 5/54, str. 151, XXI Międzynarodowy Kongres Odlewniczy odbył się w dniach 19–26 września 1954 r. we Florencji, zorganizowany przez Ośrodek Odlewnictwa Włoskiego Stowarzyszenia Hutniczego (Centro Fonderia de l'Associazione Italiana di Metallurgia).

W Kongresie wzięło udział 874 przedstawicieli odlewnictwa z różnych krajów (Niemcy 202, Francja 141, Anglia 49, Holandia 34, Hiszpania 32, Belgia 26, Szwajcaria 26, kraje słowiańskie 19, Szwecja 18, Norwegia 18, Dania 7, Stany Zjednoczone 7, Finlandia 6, Luksemburg 5, Egipt 3, Indie 3, Japonia 1, Liechtenstein 1, Włochy 276).

Program Kongresu przewidywał: 1) odczyty w czasie od 19 do 26 września, 2) wycieczki do zakładów przemysłowych w czasie od 27–30 września i 3) wystawy w czasie od 19–28 września 1954 r.

W części odczytowej wygłoszone były przez specjalistów odlewnictwa następujące referaty:

1. M. Ferry, J. C. Margerie (Francja)
Wielkość ziarna w żeliwie, str. 22
2. J. M. Langham (Anglia)
Produkcja szrob okrętowych ze szczególnym uwzględnieniem techniki odlewania, str. 15
3. A. de Sy, J. Vidts, J. van Eeghem (Anglia)
Mechanizm wytwarzania osnowy ferrytycznej w żeliwie szarym i próby zmniejszenia szybkości tego procesu przez dodatki Sn i Cu, str. 12
4. L. J. C. van Ewijk (Holandia)
Obróbka cieplna stopów Al-Mg, str. 11

5. M. Barbero, D. Fortino (Włochy)
Czynniki decydujące o strukturze odlewów z żeliwa zwykłego, str. 22
6. G. Cola (Włochy)
Wpływ segregacji grafitu na zdolność tłumienia drgań żeliwa, str. 39
7. A. de Sy, J. Foulon (Belgia)
Systematyczne przeciwdziałanie występowania ferrytu w eutektoidzie, str. 10
8. V. Montoro (Włochy)
Zmiana przebiegu utleniania żelaza i żeliwa, str. 4
9. M. Ferry, G. Aubrion, J. C. Margerie (Francja)
Przebieg krzepnięcia i segregacji w żeliwie o podwyższonej zawartości fosforu, str. 18
10. P. Gallinaro (Włochy)
Anormalna grafityzacja i odwrotne utwardzanie żeliwnych pierścieni tłokowych silników spalinowych, str. 1
11. F. Grosser (Niemcy)
Stare i nowe metody formowania, str. 7
12. M. R. Namur (Belgia)
Układ wlewowy dla odlewów w formach piaskowych. Wyjaśnienie praktycznych wzorów, str. 20
13. F. Poelzgutter (Austria)
Znaczenie formowania skorupowego sposobem Croninga w nowoczesnej technice odlewniczej, str. 11
14. G. Somigli (Włochy)
Cezar Brunelli i jego wynalazek: „odlew włoski”. Odlewanie z użyciem filtra i usuwanie nadlewów, str. 24
15. H. G. Forslund Sten (Szwecja)
Sposób odlewania (warstwowy). — Metoda określenia szybkości odlewania i usytuowanie formy przy odlewaniu staliwa, str. 10
16. A. Hencks (Luksemburg)
Wyżarzanie ujednolabiające części stalowych odlewanych i kutych
17. A. Bordes (Holandia)
Przyczyna i zapobieganie powstawaniu obwódki perlitycznej w czarnym żeliwie ciągliwym, str. 23
18. J. Drachmann (Szwecja)
Stosunek zawartości siarki w żużlu do zawartości siarki w metalu $\frac{(S)}{[S]}$ jako funkcja składników żużla w żeliwiaku metalurgicznym, str. 28
19. J. N. Alcacer, J. A. de Andrés Jimenez (Hiszpania)
Wykres zależności biegu żeliwiaka. Badania spalania w żeliwiaku o średnicy 300 mm, str. 6

20. C. Bortolani, W. De Micheli, C. Longaretti (Włochy)
Produkcja żeliwa na wlewnice w zasadowym żeliwiaku przy zastosowaniu różnego składu wsadu, str. 7
21. H. Schijfers (Niemcy)
Procesy spalania w piecach szybowych, zwłaszcza w żeliwiaku, aż do pełnego zużycia tlenu,
22. P. J. Le Thomas (Francja)
Związki między strukturą a wytrzymałością na rozciąganie brązów cynowych odlewanych do form piaskowych, str. 9
23. E. Bertram, W. Patterson, R. Kümmerle (Niemcy)
Wpływ Si, Cu, Zn i Mg na skłonność do pęknięć na gorąco, leśność oraz własności wytrzymałościowe znormalizowanego stopu G Al Si6 Cu3, str. 8
24. W. R. Lewis (Anglia)
Przetapianie stopów cyny, str. 7
25. M. C. Mascré (Francja)
Wpływ żelaza i manganu na stopy typu Al Si3 — (silumin), str. 7
26. U. Gandolfi, D. Gualandi (Włochy)
Badania zmian strukturalnych spowodowanych działaniem P w stopach nadeutektycznych Al-Si-Ni-Cu-Mg odpornych na działanie podwyższonych temperatur, str. 11
27. A. Blondel, P. Broquet (Francja)
Badania radiograficzne odlewów ze stopów lekkich za pomocą radioizotopu tul. 170, str. 1
28. G. Somigli (Włochy)
Produkcja i własności tygli z materiałów ogniotrwałych z punktu widzenia ich zastosowania w odlewni, str. 19
29. O. Winkler (Liechtenstein)
Urządzenie do przetapiania w próżni dla celów przemysłowych, str. 6
30. J. Tostmann, G. Conti (Włochy)
Wytapianie katod cynkowych i miedzianych w piecach elektrycznych o dużej pojemności, str. 11
31. S. Tunder (Niemcy)
Zasadowy żeliwiak z podgrzewaniem dmuchu o biegu ciągłym, str. 4
32. G. Tarocchi (Włochy)
Żeliwiak o wykładzinie kwaśnej i zasadowej, str. 7
33. E. Calamari (Włochy)
Nowy piec indukcyjny o częstotliwości przemysłowej do topienia stopów żelaza, str. 6
34. H. Timmerbeil (Niemcy)
O odporności na działanie podwyższonych temperatur żeliwa sferoidalnego, str. 5
35. R. Zoja, A. Masi (Włochy)
Surówka do produkcji żeliwa sferoidalnego, str. 6
36. J. Grilliant (Francja)
Badania kilku rodzajów żeliwa austenitycznego o graficie sferoidalnym, str. 11
37. G. Caletto, G. Pogatsching (Włochy)
Własności mechaniczne żeliwa sferoidalnego wytapianego we Włoszech ze szczególnym uwzględnieniem udatności, str. 14
38. C. Gianola (Włochy)
Znaczenie własności elastycznych żeliwa sferoidalnego dla zastosowania w budowie maszyn, str. 12
39. V. Socci (Włochy)
Modernizacja odlewni staliwa, str. 10
40. P. Tincolini (Włochy)
Wpływ racjonalnej organizacji składowisk i mechanizacji transportu na koszty produkcji w odlewni średniej wielkości, str. 6
41. A. Wittmoser (Niemcy)
Systematyka żeliwa, str. 10
42. A. Collaud (Szwajcaria)
Nowy projekt normalizacji żeliwa szarego, str. 14
43. V. Montoro, E. Lossa, A. i E. Giussani (Włochy)
Zmiany strukturalne żeliwa szarego na skutek emaliowania, str. 4
44. R. Merz, B. Marinček (Szwajcaria)
Tworzenie się błonki tlenków na ciekłym żeliwie, str. 7
45. H. J. Meerkamp van Embden (Holandia)
Nowe możliwości jakie daje odlew precyzyjny metodą traconego wosku, str. 6
46. L. Frede (Niemcy)
Znaczenie eksperymentu w nauce odlewnictwa, str. 10
47. G. Bortolani, W. Demicheli, C. Longaretti (Włochy)
Próby porównawcze wlewnic produkowanych w żeliwiaku o wykładzinie kwaśnej i zasadowej, str. 9
48. A. J. J. Koch, K. J. de Vos (Holandia)
Kilka sposobów produkcji magnesów trwałych ze stopów Fe Co Ni Al na skutek krystalizacji anizotropowej, str. 8
49. V. Montoro (Włochy)
Działanie „podkładu” przy emaliowaniu żeliwa, str. 4
50. A. de Sterke, A. Bordes (Holandia)
Próby wykrywania za pomocą ultradźwięków wad wewnętrznych w próbkach z żeliwa sferoidalnego, str. 8
51. U. Parow-Souchon (Niemcy)
Badanie materiałów w odlewni za pomocą ultradźwięków, str. 7
52. G. Marilli (Włochy)
Jak przez klasyfikację przyczyn powodujących różnego rodzaju wady odlewów oraz analizę statystyczną można zmniejszyć procent braków w odlewni produkującej odlewy różnych typów, str. 7
53. R. M. Krishnan, B. R. Nijhawan (Indie)
Hinduskie bentonity „Bihar” i ich zastosowanie w odlewni, str. 11
54. J. S. Abcouwer, C. A. van der Linden (Holandia)
Wymiana ciepła między formą a metalem w formach piaskowych, str. 8
55. E. Ferrara, I. Meltzer (Włochy)
Wstępne uwagi w związku z normalizacją koksu odlewniczego, str. 8
56. Assofond — Commissione Tecnica
Włoski przemysł odlewniczy żeliwa, str. 10

Referaty powyższe oprócz wymienionego pod punktem 24, znajdują się do wglądu w bibliotece Instytutu Odlewnictwa, Kraków 12, ul. Zakopiańska 73.

W ramach programu Kongresu zorganizowano 4 występy.

W części wystawowej zorganizowano kilka bardzo ciekawych i pożytecznych wystaw które swym wysokim poziomem i treścią wzbogaciły i tak już obfity program Kongresu. Cała wystawa była logicznie rozmieszczona i obejmowała wszystkie istotne zagadnienia odlewnictwa, a to historię, pedagogikę, mechanizację, postęp techniczny w odlewnictwie.

R. S.

Prenumerujcie i czytajcie

»Prace Instytutu Odlewnictwa«

zamawiając je

w Księgarni Technicznej »Domu Książki« Warszawa ul. Bracka 20

KSIAŻKI NADESŁANE

K. GIERDZIEJEWSKI i W. CHABOWSKI — **MASZYNY FORMIERSKIE**, PWT, Warszawa, 1954, str. 228, rys. 233, cena zł 20.—

W książce rozpatrzono teoretyczną stronę zjawisk zachodzących przy maszynowym wykonywaniu form i rdzeni oraz omówiono konstrukcję maszyn służących do zągęszczania mas formierskich i rdzeniarskich. Książka zawiera ponadto opisy działania maszyn i podaje zakres ich praktycznego zastosowania w różnych warunkach produkcji.

Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów zatrudnionych w odlewniach przy eksploatacji maszyn formierskich.

E. RESZEL — **MODELARSTWO**, PWT, Warszawa, 1955, str. 170, rys. 164, tabl. 26, cena zł 8.—

Książka ta jest I częścią pracy pt. „Modelarstwo”. Opisano w niej różne materiały do wyrobu modeli, rozplanowanie i wyposażenie modelarni, narzędzia modelarskie, obrabiarki do drewna, konstruowanie modelu na podstawie rysunku części obrabianej, wykonanie rysunku modelarskiego, klasyfikację modeli i rdzennic, sposoby łączenia i klejenia drewna oraz omówiono remont i konserwację modeli.

Poza tym w książce omówiono maszyny i urządzenia do wyrobu modeli metalowych oraz sposoby wykonywania modeli metalowych.

Książka została zatwierdzona przez CUSZ w charakterze podręcznika dla techników odlewniczych.

T. PIWOŃSKI — **FORMOWANIE ZA POMOCĄ MODELI UPROSZCZONYCH**, PWT, Warszawa, 1955, str. 155, rys. 144, tabl. 12, cena zł 7.50

W książce omówiono różne sposoby formowania za pomocą modeli uproszczonych, sposoby i warunki zalawania form odlewniczych, rodzaje stopów odlewniczych i ich własności, własności materiałów formierskich oraz sposoby ich przygotowania.

Opisano w tej książce również sposoby suszenia form, zwiększania wydajności, poprawienia jakości odlewu oraz omówiono przyczyny powstawania wad przy formowaniu i sposoby ich unikania.

Książka przeznaczona jest dla formierzy.

MAŁY PORADNIK MECHANIKA. — Nauki matematyczno-fizyczne i ogólnotechniczne. Wydanie trzecie, całkowicie przerobione i uzupełnione. PWT, Warszawa 1954, Format B6, str. 792 wraz z wielu rysunkami i tablicami. Cena w opr. płóc. zł 70.—

Treść: Część pierwsza: Nauki matematyczno-fizyczne (Matematyka. Jednostki miar. Tablice fizyczne. — Chemia. — Mechanika ogólna. — Wytrzymałość materiałów. — Hydromechanika. — Ciepło. — Elektromechanika). — Część druga. Materiałoznawstwo. — (Struktura stopów żelaza na tle wykresu żelazo-węgiel. — Obróbka cieplna stopów żelaza. — Zasadnicze pomiary stosowane przy obróbce cieplnej. — Surówka, żelazostopy, żeliwa. — Stale węglowe i stopowe. — Staloty i węgliki spiekane. — Metale nieżelazne. — Stopy metali nieżelaznych. — Tablice wytworów hutniczych. — Materiały pomocnicze). — Część trzecia. Rysunek techniczny maszynowy. Część czwarta. Części maszyn. (Połączenia. — Łożyskowanie. — Napędy. — Tolerancja i pasowania). Część piąta. Maszynoznawstwo. (Pompy. — Sprężarki. — Wentylatory. — Dźwignice i przenośniki). — Część szósta. Różne. — Skorowidz rzeczowy.

Poradnik przeznaczony jest dla mistrzów i techników-mechaników oraz może stanowić pomoc w nauce

dla uczniów średnich szkół technicznych i dla słuchaczy kursów dokształcających kierunku mechanicznego. Książka może również stanowić cenną pomoc dla mistrzów i techników wszystkich innych specjalności.

CZASOPISMA NADESŁANE KRAJOWE

PRZEGLĄD TECHNICZNY zeszyt nr 12/54 obejmuje m.in. następujące artykuły: inż. St. Tolwiński — „O pogłębieniu współpracy stowarzyszeń naukowo-technicznych z radami narodowymi”, inż. D. Gajewski — „Z podróży do Związku Radzieckiego”, W. Bel — „Osiągnięcia kolei polskich w ciągu dziesięciolecia”, inż. M. Olewiński — „Rozwój transportu drogowego”, prof. dr W. Goetel — „Osiągnięcia naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej w okresie dziesięciolecia”, prof. dr Wł. Skalmowski — „Sposoby zużycia i elementy budowlane produkowane z żużla”, inż. T. Klarner — „Oszczędność energii elektrycznej podstawowym zagadnieniem gospodarki narodowej”, — „Zadania kadr technicznych w walce o oszczędność energii elektrycznej”, — „Sinterolivin — nowy materiał”, inż. Wł. Sajch — „Nowa Huta im. Klementa Gottwalda świadectwem postępu technicznego czechosłowackiego hutnictwa” oraz dział: Nowiny techniczne z prasy zagranicznej, Wolna Trybuna, Sprawy organizacyjne NOT i Stowarzyszeń.

PRZEGLĄD MECHANICZNY w zeszycie nr 12/54 znajdujemy m.in. następujące artykuły: mgr inż. M. Lesz — „O oszczędności stali i metali”, mgr inż. J. Dietrich — „Główny wskaźnik przesiewaczy szybkobieżnych”, prof. mgr inż. T. Hobler — „Wpływ działania przegród w wymiennikach ciepła” (dokończenie), mgr inż. T. Opolski i inż. B. Smyła — „Problem elektrycznego napędu narzędzi udarowych”, inż. W. Wróblewski — „Racjonalne wykorzystywanie kęsów i prętów walcowanych w kuźnictwie”, mgr inż. Cz. Młotkowski — „Praca zespołowa dźwignów przy podnoszeniu ciężarów przekraczających udźwig pojedynczych jednostek” (część II), — „O dokładności wykonania wielokrotnych frezów do gwintu” oraz dział: Przegląd prasy technicznej, Wiadomości SIMP.

HUTNIK zeszyt nr 12/54 zawiera m.in. następujące artykuły: inż. J. Szaliński — „Zwiększenie współczynnika wykorzystania czasu pieca martenowskiego przez przyspieszenie remontów okresowych i kapitalnych”, mgr W. Krause i inż. W. Rosner — „Zwiększenie trwałości rur chłodzących głowice pieców martenowskich”, inż. W. Wróblewski — „Kuźnicze normy materiałowe”, inż. T. Wasiljew — „Na marginesie konferencji przemysłu hutniczego z Instytutem Ekonomiki i Organizacji Przemysłu, mgr M. Tarach — „Szkolenie w zakresie ochrony pracy w hutnictwie”. W dziale „Nowości z dziedziny hutnictwa zamieszczono prace: — R. Łuczkievicz — „Sposoby oszczędzania gospodarki energii elektrycznej w odlewniach”, L. Andrejew — „Pierwsza radziecka walcownia duża” oraz dział: Wśród książek, Słownictwo hutnicze, Notatki bibliograficzne, Przegląd czasopism.

WIADOMOŚCI HUTNICZE zeszyt nr 1/55 przynosi m. in. następujące artykuły: W. Grykasz — „Nasze dziesięciolecie”, mgr inż. R. Wusatowski — „Nowoczesne metody walcowania prętów na nity i śruby”, mgr inż. Karol Jelonek — „Jak obniżyć koszty własnej walcowni”, mgr inż. K. Janas — „Garnki do wyżarzania wyrobów walcowanych i ciągnionych”, mgr inż. T. Frąckiewicz — „Jakość produkcji i rola kontroli technicznej w hutach żelaza”, w dziale: „Bezpieczeństwo i higiena pracy” przynosi prace: mgr inż. J. Splewiń-

ski — „Bezpieczeństwo i higiena pracy w hali pieców stalowni martenowskiej“, zaś w dziale „Nowości techniczne“: — „Tlen w stalownictwie brytyjskim“, — „Urządzenie do pobierania prób gazu dla kontroli biegu wielkiego pieca“, — „Stapianie metali bez tygla“.

PRZEGLĄD SPAWALNICTWA zeszyt nr 12/54 zawiera m. in. następujące artykuły: inż. E. Sledziwski, mgr inż. J. Pilarczyk — „Wytrzymałość złączeniowa połączeń spawanych“, inż. E. A. Juffy — „Charakterystyka znamionowa, urządzenia zasilające i sterujące zgrzewarek oporowych“, oraz dział Kronikę.

WIADOMOŚCI PKN zeszyt nr 11/54 zawiera m.in. następujące artykuły: M. Gołąb — „Cele normalizacji w resorcie przemysłu drzewnego i papierniczego“, J. Horodyski — „Dorobek i zadania normalizacji w przemyśle wyrobów drzewnych“, inż. M. Pluciński — „Problemy normalizacji w meblarstwie“, mgr inż. S. Czerwiński — „Normalizacja w przemyśle meblowym“, mgr inż. Z. Mazur — „O wykorzystanie osiągnięć radzieckich z zakresu normalizacji elementów mebli“, mgr inż. Z. Mazur — „Uwagi o normalizacji opakowań drewnianych“, mgr inż. R. Parewicz — „Klasyfikacja i sortowanie przemysłowych odpadów drzewnych“, J. Jeśmin — „Normalizacja drewnianych artykułów technicznych używanych we włókiennictwie“, mgr inż. S. Libiszowski — „Normalizacja papieru na przestrzeni wieków“, inż. M. Urbański — „Warunki normalizacji w przemyśle papierniczym“, dr S. Bernatt — „Z zagadnień normalizacji opakowań papierniczych“, mgr A. Lewandowski — „Czy nowe normy usprawnią gospodarkę papierem?“, H. Lilienthal — „Normalizacja pomocy biurowych“, mgr inż. K. Sarniecki — „O potrzebie normalizacji produktów ubocznych przemysłu celulozowego“, A. Wardecki, R. Gryniiewicz — „Znaczenie dokumentacji normalizacyjnej w walce o podniesienie jakości produkcji w przemyśle drzewnym i papierniczym“ oraz działy: Normalizacja w resortach, Technika normalizacji, Dział sprawozdawczy, Przegląd prasy normalizacyjnej zagranicznej, Normy zagraniczne, Informacje o standartach radzieckich.

CZASOPISMA NADEŚLANE ZAGRANICZNE

METALLURGIE UND GIESSEREITECHNIK w zeszycie nr 11/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: — „Metallurgie und Giessereitechnik“ w roku 1955“, K. F. Lüdemann — „Stan instrukcji technologicznych prowadzenia pieców martenowskich w NRD“, H. Weideman — „Fizykochemiczne procesy w piecu obrotowym Renn'a“, S. Juretzek — „Wymiana doświadczeń Sekcji Walcowniczej Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego“, H. Schumann — „Wtrącenia w przerobionych plastycznie krysztalach roztworu stałego“, G. Nickel — „Hydrodynamiczna teoria walcowania“, W. L. Popow — „Szybkie wykonywanie wlewnic dla stali“, W. Lott — „Normy na czyste aluminium“, oraz działy Przegląd pism technicznych, Przegląd normalizacyjny, Nowe książki.

FONDERIE zeszyt nr 107/54 (grudzień) zawiera m. in. następujące artykuły: J. Gélain — „Statystyczne badania analiz porównawczych żeliwa“, J. Regnault — „Poprawienie nastroju pracy w odlewni. Hałas, klimatyzacja, oświetlenie, barwy“, E. Gabel — „Próbki do badania wytrzymałości żeliwa na rozciąganie w czasie ostygania“, M. Cirou, P. J. le Thomas — „Odsiarczanie brązów cynowych sodem lub magnezem“ a w dziale Rady praktyczne dla odlewników znajdujemy pracę: — „Formowanie i odlew żeliwnej skrzynki biegów“.

JOURNAL OF THE IRON AND STEEL INSTITUTE nr 1/55 przynosi m. in. następujące artykuły: L. Cook — „Zasadowa stalownia martenowska w Volta Redonda“, E. J. Williams, E. J. Burten — „Zastosowanie modelu termicznego do określenia temperatury pod spodem pieca martenowskiego“, B. B. Hundy — „Określenie naprężeń wewnętrznych w lekko walcowanej cienkiej taśmie“, B. G. Baldwin — „Mechanizm redukcji tlenków żelaza przez koks“, E. T. Turkdogan, L. E. Leake — „Termodynamika roztworu węgla w stopach żelaza. Część I: Rozpuszczalność węgla w żelazo-fosforze, żelazo-krzemie i żelazo-manganie. Część II: Wpływ krzemu na współczynnik aktywności węgla rozpuszczonego w ciekłym żelazie“, A. J. Kesterton — „Nieco doświadczeń z rozruchu i pracy działu topienia stalowni Abbey“, F. Starkey — Prowadnice nowoczesnych walcarek prętów“.

GIESSEREI zeszyt nr 23/54 obejmuje m. in. następujące artykuły: — „Zjazd Odlewników 1954“, H. Schifffers — „Rozwój odlewania odśrodkowego od roku 1946“, W dziale Przegląd pism technicznych znajdujemy pracę: — „Syntetyczna żywica w odlewie“, — „Warunki techniczne odbioru żeliwa sferoidalnego“, — „Uzyskanie lepszej skrawalności żeliwa przez żarzenie“ a w dziale Z praktyki odlewniczej — „Technika formowania w odlewni żeliwa“. Dział Pytania i odpowiedzi przynosi pracę: — „Wady odlewów płaszczy do walców“, „Jak uniknąć skrzywienia odlewów płyt“, — „Granulowanie żużla żeliwiakowego“, — „Gazy z form i rdzeni“, — „Wady odlewów łóż do obrabiarek“, — „Ochrona wlewnic przed rdzą“, — „Wady odlewów utwardzonych“. W numerze 23/54 zamieszczono jeszcze działy: Nowe urządzenia, Przegląd gospodarczy i patentowy.

GIESSEREI zeszyt 24/54 zawiera m. in. następujące artykuły: W. Gesell — „Zagęszczanie masy formierskiej przy prasowaniu“, W. Gereke — „Nowy sposób wykonywania pierścieni tłokowych“, Dział Przegląd pism technicznych przynosi pracę: — „Urządzenie zmechanizowane do form skorupowych“, — „Odlewy próżniowe i ciśnieniowe“, — „Ogniotrwałe masy formierskie do staliwa“ a dział Z praktyki odlewniczej pracę: — „O masie formierskiej“. W dziale Pytania i odpowiedzi zamieszczono pracę: — „Rury z żeliwa kwasu i ługoodpornego“, — „Reperacja wykładziny żeliwiaka“, — „Odlewy żeliwne odporne na gazy odłotowe (300÷400°C)“, — „Braki przez obecność grafitu szumowego“, — „Spadek wytrzymałości żeliwa bez zmiany wsadu“, — „Braki wskutek obecności pęcherzy“, — „Otrzymywanie odlewów z żeliwa ługoodpornego“.

GIESSEREI w zeszycie nr 25/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: H. Schifffers — „Odtlenienia kąpieli żeliwnej przez dodatki do kadzi“, W dziale Przegląd pism technicznych znajdujemy pracę: — „Rozwój żeliwiaków“, — „Pęknięcia na gorąco w staliwie“, — „Wpływ koksu na nawęglanie“, — „Uproszczone obliczanie wsadów“ a w dziale Z praktyki odlewniczej pracę: — „Formowanie wzornikiem kotła dla przemysłu chemicznego“.

GIESSEREI zeszyt nr 26/54 przynosi m. in. następujące artykuły: A. Wittmoser — „Określenie rodzajów żeliwa“, H. Schifffers — „Odtlenienie kąpieli żeliwnej przez dodatki do kadzi“, S. M. Blanc — „Połączenie metali przy użyciu małej ilości ciepła“. Dział Pytania i odpowiedzi obejmuje pracę: — „Jak uniknąć krzywienia się odlewów płyt“, — „Skrzynki formierskie z żeliwa, staliwa, czy stopów aluminium“, — „Odlewanie pozostałego w kadziach żeliwa do kokla“.

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



W dyskusji nad tym referatem, którą przeprowadzono w następnym dniu, stwierdzono, że szczegółowe opracowanie metod defektoskopowych wiąże się z wprowadzeniem do produkcji nowych rozwiązań technologicznych, np. lanych wałów korbowych. Podkreślano wielokrotnie, że metody defektoskopowe powinny być szeroko wprowadzane pomimo pewnych obaw ze strony odlewni, że mogłoby się przyczynić do powiększenia rzeczywistej liczby braków, ze względu na wykrywanie takich wad, które niejednokrotnie uchodzą uwagi przy dotychczasowych metodach badań. Trudność tę można w łatwy sposób usunąć, wprowadzając opracowane przy współudziale konstruktorów i zakładów doświadczalnych specjalne atlasy wad dopuszczalnych. Jako specjalnie dogodną do zastosowania w odlewniach można polecić metodę barwnych indykatorów oraz metodę rentgenowską, a do grubych odlewów metodę prześwietlania preparatami promieniotwórczymi, np. izotopem kobaltu Co^{60} .

J. M.

4. Z. Tyszkowski: Żeliwo specjalne

Referat obejmował te gatunki żeliwa, które niezależnie od wytrzymałości na rozciąganie, będącej podstawą kwalifikacji zwykłego żeliwa szarego, posiadają szereg cennych własności fizycznych i chemicznych, jak odporność na korozję, odporność na działanie wysokich temperatur, własności magnetyczne i inne w stopniu umożliwiającym ich zastosowanie praktyczne. Spomiędzy wielu istniejących obecnie rodzajów żeliwa specjalnego omówiono przede wszystkim te, których wprowadzenie na szeroką skalę do przemysłu krajowego przynieść może poważne korzyści gospodarcze. Są to gatunki zarówno znane za granicą jak i nowe, opracowane w Instytucie. Stopy te w obliczu coraz bardziej zarysowujących się trudności surowcowych nabierają szczególnego znaczenia i otwierają nowe możliwości dla dalszego postępu techniki. Żeliwo specjalne bowiem jest jednym z najtańszych i najłatwiej dostępnych materiałów odlewniczych, a większość jego gatunków oparta jest na tanich i łatwo dostępnych, składnikach stopowych, jak krzem, mangan, chrom i aluminium.

Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja, szczególnie nad technologią żeliwa wysokokrzemowego oraz żeliwa aluminowego.

Ze szczególnym naciskiem podkreślono konieczność stosowania do wytapiania żeliwa wysokokrzemowego nowoczesnych pieców elektrycznych, gdyż wytapianie w żeliwiaku, jakkolwiek możliwe, prowadzi do tak dużego nawęglenia żeliwa, że jako tworzywo odlewnicze jest ono praktycznie nie do wykorzystania ze względu na nadmierną kruchość. Żeliwo wysokokrzemowe jest w ogóle materiałem o znacznej kruchości, którą, w bardzo ograniczonym zresztą stopniu, może zmniejszyć dodatek Mo.

Drugim szeroko dyskutowanym zagadnieniem była technologia żeliwa aluminowego. Dotychczasowe poglądy odlewników wskazywały na konieczność stosowania pieców płomiennych lub elektrycznych, które byłyby w stanie zabezpieczyć metal przed nadmiernym spadkiem temperatury w okresie po dodaniu aluminium a przed wykonaniem odlewu. Przeprowadzenie natomiast odpowiednich obliczeń termodynamicznych pozwalało przypuszczać, że dodanie aluminium do żeliwa powinno nie tylko nie wywołać spadku temperatury stopu, ale przeciwnie, powinno podnieść jego temperaturę, umożliwiając nawet dodawanie do żeliwa aluminium niestopionego. Przeprowadzone próby wykazały w pełni sztuczność opartych na obliczeniach przewidywań teoretycznych i możliwość produkowania tego gatunku żeliwa praktycznie w każdej odlewni. Należy tylko zwrócić uwagę na to, że kawałek aluminium zanurzony w ciekłym żeliwie otacza się ściśłą błonką tlenku i żużla, uniemożliwiająca następnie

stopionemu aluminium zmieszanie się z żeliwem. Błone tę należy usuwać energicznym uderzeniem pręta żelaznego lub grafitowego, co wymaga pewnego praktycznego opanowania.

5. Z. Górny, K. Korecki, Z. Lech, K. Rutkowski: Oszczędzanie tworzyw deficytowych

Referat ten omawiał zagadnienie oszczędności deficytowych metali, przy czym całość zagadnienia ujęto w trzy punkty:

1. Stopy zastępcze eliminujące całkowicie tworzywa dotychczasowe lub przynajmniej najbardziej deficytowe ich składniki.
2. Wykorzystywanie wszelkich odpadów produkcyjnych w postaci odpowiednio przerobionej, dzięki czemu uzyskuje się pełnowartościowe tworzywo.
3. Stosowanie konstrukcji kombinowanych, uwzględniających lokalne zastosowanie metali deficytowych w miejscach, gdzie zastosowanie ich jest nieodzowne.

W części szczegółowej referatu przedstawiono trzy wybrane zagadnienia, reprezentujące każdy z podanych wyżej kierunków, będące tematami prac Instytutu, a mianowicie:

1. Niskomiedziowe mosiądze manganowe.
2. Wtórne stopy aluminium ze złomu samolotowego.
3. Dwuwarstwowe panewki łożyskowe stal-brąz i żeliwo-brąz.

Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja, w której omówiono szczególnie dokładnie zastosowanie łożyskowych tulejek bimetalicznych oraz zagadnienie oszczędnościowych mosiądów manganowych. Cały przebieg dyskusji wykazał, że produkcja tworzyw bimetalicznych została doskonale opanowana przez polskie odlewnie. Na specjalne podkreślenie zasługuje fakt, że nadzwyczaj silnym bodźcem były tu wymagania stawiane przez biura konstrukcyjne. Nowe bowiem konstrukcje oparte najczęściej o dokumentację radziecką wymagały stosowania bimetałów, a zatem stwarzały realne warunki sprzyjające rozwinięciu się tej nowej, nieznanej dotychczas w Polsce gałęzi produkcji. Dotychczasowe prace wykazały, że specjalnie dobre wyniki zapewnia wylanie tulejek mosiądzem i brązem cynowym, znacznie gorsze — brązem ze względu na jego duży skurcz.

Dalszy krok w kierunku powiększenia oszczędności deficytowej miedzi oznaczają opracowane w Instytucie Odlewnictwa mosiądze manganowe, w których $Cu:Zn = 1$ oraz zawartość manganu około 5%. Wykazują one doskonałe własności mechaniczne, a nieprzyjemne dla każdego odlewnika zjawisko tworzenia błonek z tlenków manganu, wywołujące nieszczelności i wybitnie ujemnie wpływające na leśność, zostało usunięte przez modyfikowanie siluminem. Wynikiem dyskusji było stwierdzenie konieczności obracowania specjalnego urządzenia do odlewania odśrodkowego, prowadzenia dalszych prac nad tworzywami zastępczymi oraz szczegółowego opracowania układów wlewowych dla odlewów z mosiądów manganowych.

(c.d.n.)

Errata

do artykułu Z. Czajkówny pt.: Spektrograficzna metoda do oznaczania Mg w żeliwie sferoidalnym", drukowanego w numerze 11—12/54 „Biuletynu“.

	wydrukowano	ma być
lewa szpalta,		
wiersz 11 od dołu	0—3—0,5% Mg	0,03—0,5% Mg
lewa szpalta,		
wiersz 11 od dołu	bezwzględnie	wartości bezwzględnej

TREŚĆ BIULETYNU INFORMACYJNEGO I OPRACOWANA JEST PRZEZ ZESPÓŁ PRACOWNIKÓW
INSTYTUTU ODLEWNICTWA

ADRES REDAKCJI: INSTYTUT ODLEWNICTWA, KRAKÓW 12, BOREK FAŁĘCKI, UL. ZAKOPIAŃSKA 73

nościach wynikających z pędzenia żeliwiaków gorszymi gatunkami koksu. W uzupełnieniu dyskusji nad trudnościami związanymi z prowadzeniem żeliwiaków na podgrzany dmuchu przy użyciu podgrzewaczy typu Frauenknechta podano obserwacje w jednej z niemieckich odlewni, gdzie urządzenie takie dzięki właściwemu topieniu pracuje bardzo dobrze. Również podano wyniki doświadczeń na żeliwiakach z wodnym chłodzeniem wykładziny, potwierdzając znaczne oszczędności w zużyciu wykładziny i sugerując konieczność opracowania zagadnienia poważnego zużycia wody chłodzącej. Wyraźnie zaznaczono konieczność przeprowadzania prób nowych technologii na jednej przystosowanej do tego odlewni, gdyż prowadzenie prac na odlewniach przemysłowych wymaga niewspółmiernie dużego wysiłku ze strony wykonawców prób i utrudnia prace odlewniom mającym napięte plany produkcyjne.

2. St. Pelczarski, T. Hejnar: Nowe kierunki w konwertorowym procesie wytwarzania żeliwa

Podano rys historyczny procesu konwertorowego podkreślając tradycje tego procesu w kraju. Omawiając własności staliwa konwertorowego zwrócono uwagę na trudności związane ze znaczną zawartością siarki w staliwie. Podkreślono jednak, że pomimo znacznej zawartości siarki w tym tworzywie własności jego (R_p , a_5) nie obniżyły się (ostateczne wyniki badań nie zostały jeszcze opracowane). Wysunięto sugestie ewentualnego wyodrębnienia gatunku staliwa konwertorowego z podwyższoną zawartością siarki dla określonego zastosowania.

Przy omawianiu metalurgii procesu w konwertorze z brzożnym dmuchem podkreślono wyniki badań Maksimowa, wykazujące wzrost zgaru żelaza wprost proporcjonalny do wzrostu manganu w żeliwie, skąd zmiany dotychczasowych poglądów w kierunku uznania zawartości Mn w staliwie konwertorowym za szkodliwą. W dalszym ciągu omawiania metalurgii procesu konwertorowego omówiono utlenianie krzemu, manganu, węgla oraz zagażenie siarki w konwertorze jak i wielkość strat metalu w procesie konwertorowym. Następnie omówiono odmiany procesów konwertorowych, zatrzymując się szczególnie nad procesem niskokrzemowym, będącym jedną z nowszych odmian tego procesu, który z uwagi na ekonomię wsadów oraz zwiększenie wydajności uzysku staliwa jak też z uwagi na inne zalety zasługuje na rozpowszechnienie. Ulepszeniem procesu konwertorowego jest wzbogacenie dmuchu w tlen. W referacie przeliczono korzyści w przypadku wprowadzenia tlenu do dmuchu, wykazując proporcjonalność w przejściu dodatkowej ilości ciepła do kąpieli (unoszonego zwykle przez azot) przy wzroście zawartości tlenu w dmuchu. Podano korzystne wyniki badań nad tą metodą w ZSRR oraz wyniki rozpowszechnionego procesu L-D w stalownictwie.

Polepszenie procesu konwertorowego może nastąpić nie tylko drogą poprawienia metalurgii, ale również na drodze modernizacji urządzeń konwertorów i żeliwiaków. Z tego punktu widzenia omówiono zastosowanie nowoczesnych żeliwiaków wielorzędowych z zasadową wykładziną oraz chłodzonych wodą, co powinno wpłynąć na poprawę sposobu prowadzenia żeliwiaków, podwyższenie temperatury przegrzania oraz wprowadzenie długotrwałego ruchu. Jednym z ważniejszych osiągnięć technicznych w kierowaniu procesem świeżenia w konwertorze jest zastosowanie do tego celu fotokomórki.

Szerzej omówiono wytwarzanie w kraju staliwa wysokowęglowego i stopowego w konwertorze. Staliwo wysokowęglowe jest u nas rzadko produkowane, stali stopowych konwertorowych nie produkuje się zupełnie, z tego względu podano sposoby otrzymywania tych rodzajów staliwa. Zestawiono zalety i wady procesu konwertorowego.

W dyskusji przyjęto z uznaniem opracowanie tego tematu z uwagi na to, że staliwo konwertorowe zaczyna stanowić coraz poważniejszą pozycję w gospodarce narodowej.

Poruszono zagadnienie podziału żeliwa na chemicznie zimne i gorące w zależności od zawartości Si. Podział taki musiałby uwzględniać jeszcze żeliwo o za-

wartości $2,5 \div 5,0\%$ Si, praktycznie utrudniające prawidłowy proces świeżenia; w związku z tym należałoby podzielić ten zmienił tak, by uwzględniał gatunek żeliwa o większej zawartości Si. Również zakwestionowano przytoczony podział procesu świeżenia na dwa okresy, sugerując podział na 3 okresy z uwzględnieniem okresu wypalania żelaza, podobnie jak traktuje to literatura niemiecka. Podkreślono wpływ Mn na podwyższenie R_p przy jednoczesnym spadku a_5 w zakresie zawartości Mn 0,9 do 1,1%. Zwrócono uwagę na szczególnie duży wpływ P na własności staliwa, większy nawet niż S. Omówiono trudności w prowadzeniu wytopu ze względu na zmianę objętości gruszki w czasie trwania wytopu, co przy braku oprzyrządowania kontrolnego, takiego jak waga, fotokomórka itp. może wprowadzać poważne zaburzenia (zmiana kąta powierzchni swobodnej metalu w stosunku do dysz).

Podkreślono znaczenie stosowania żeliwiaka zasadowego ze względu na możliwość znacznego odsiarczenia oraz w pewnym stopniu odosforowania. Zastosowanie tego żeliwiaka umożliwiłoby zmniejszenie zawartości S do granic przewidzianych normą PN/H-83151. Obecnie zawartość S dochodzi do 0,2% a efekt odsiarczania w kadzi wynosi 20–30%. Przy wytapianiu żeliwa w żeliwiaku zasadowym efekt odsiarczania w kadzi wynosi 50% i więcej.

W dalszej dyskusji poruszono sprawę strat metalu, która przy odpowiedniej mechanizacji urządzeń mogła być w dużym stopniu ograniczona (straty wyrzutów), poza tym zwrócono uwagę na obserwowane zjawisko spadku R_p i a_5 w pewnych powtarzalnych okresach roku, i tak w 1952 r. zabrakowało z tego powodu staliwo otrzymane ze 140 spustów, w 1953 r. — z 40 spustów, a w 1954 r. — 5 spustów. Pewne spostrzeżenia pozwalają przypuszczać, że przyczyną tego stanu rzeczy jest prawdopodobnie duży udział złomu obiegowego we wsadzie do żeliwiaka, tym bardziej, że śledzenie składu chemicznego staliwa pochodzącego z dobrych i zabrakowanych spustów nie daje żadnych wskazówek. Podkreślono, że stosowanie procesu triplex: żeliwiak, piec płumienny, konwertor, ze względu na duże koszty inwestycyjne jest w warunkach krajowych nieopłacalny. Dyskutanci wyrazili przypuszczenie, że proces L—D powinien ze względu na duże korzyści ekonomiczne znaleźć szerokie zastosowanie w odlewnictwie jak i w hutnictwie.

W podsumowaniu dyskusji zgodzono się ze słusznymi uwagami odnośnie do podziału okresów procesu konwertorowego oraz podano, że na podstawie stojącego do dyspozycji materiału uwidacznia się wyraźna zależność podwyższania się R_p w miarę wzrostu zawartości Mn w staliwie bez widocznego wpływu na a_5 . Odnosi się to jednak do zawartości Mn przewidzianej normą (0,35–0,65%). Nawiązując do wypowiedzi dyskutantów odnośnie do okresowych nieudanych spustów ze względu na własności mechaniczne, stwierdzono trudność walki z tym zjawiskiem, gdyż przejawia się nagle bez żadnych szczególnych sygnałów, a wyniki wytrzymałościowe podawane przez DKT z oznaczeniem utrudniała analizę procesu technologicznego. Znaczna zawartość S w staliwie konwertorowym w naszych warunkach utrudnia otrzymywanie złożonych odlewów ze względu na powstawanie pęknięć.

3. St. Szumczuk: Nieniszczące metody wykrywania wad w odlewach

Omówiono szeroko nowoczesne metody wykrywania wad w odlewach bez ich niszczenia, a do referatu dodano bogaty materiał ilustracyjny. Podkreślono korzyści wprowadzenia metody barwnych indykatorów dla kontroli wad wychodzących na powierzchnię (przerwy ciągłości). Ulepszeniem tej metody jest stosowanie luminoforów — sposób również niedrogi, możliwy przy sprowadzeniu lamp rtęciowych. Przedstawiono dokładnie metody wykrywania wad wewnętrznych — przy stosowaniu promieni γ , promieni rentgenowskich, metody ultradźwiękowej i magnetycznej. Referat zakończono wnioskami zawierającymi wskazania w tej dziedzinie kontroli dla przemysłu odlewniczego.

1. Konferencja Odlewnicza

W dniach 17÷19 stycznia 1955 r. odbyła się w Instytucie Odlewnictwa Konferencja, poświęcona zagadnieniom odlewnictwa.

Konferencję otworzył wicedyr. Instytutu mgr inż. St. Pelczarski witając przedstawiciela PKPG mgr inż. J. Kozarzewskiego, przedstawiciela MPM inż. E. Sordyla, oraz przybyłych kolegów z przemysłu. Dyr. Pelczarski, mówiąc o wkroczeniu w ostatni rok planu 6-letniego, wskazał na zagadnienia związane z ustaleniem planów rozwoju techniki odlewni na nowy okres 5-letniego planu gospodarczego. W powstałych w okresie planu 6-letniego dużych i nowoczesnych odlewniach w nowym okresie gospodarczym na pierwszym miejscu staną zagadnienia nowej techniki. Tematyka obecnej konferencji, obejmująca aktualne zagadnienia postępu technicznego, powinna przysięść z pomocą personelowi naszych zakładów w tym trudnym zadaniu. W przygotowaniu do konferencji brało udział szerokie grono osób. Niestety, nie wszyscy autorzy mogą dziś przedstawić swoje prace. Brakuje wśród nas prof. Mikołaja Czyczewskiego, czołowego odlewnika-naukowca, którego prace były znane i cenione zarówno w kraju jak i za granicą, jedynego odlewnika odznaczonego Nagrodą Państwową w dziedzinie nauki, niezmordowanego bojownika o postęp techniczny i rozwój odlewnictwa w Polsce, przewodniczącego Zarządu Gł. STOP, przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Odlewnictwa. Pamięć Zmarłego uczczono chwilą ciszy.

1. M. Czyżewski, Cz. Podrzućki: **Nowoczesne technologie topienia żeliwa ze szczególnym uwzględnieniem wtyków w żeliwaku z wodnym chłodzeniem wykładziny**

W referacie po wprowadzeniu, obejmującym omówienie głównych parametrów wpływających na wydajność żeliwiaka, zajęto się żeliwiakiem wielorzędowym, w którym ulega znacznemu podwyższeniu strefa spalania przy podwyższeniu temperatury strefy i możliwe jest wówczas podwyższenie wydajności żeliwiaka wskutek zwiększenia optymalnej ilości dmuchu i obniżenia rozchodu koksu. Warunkiem uzyskania dobrych wyników prac żeliwiaka wielorzędowego jest właściwe dobranie stosunku powierzchni przekroju dysz głównych i dysz dodatkowych. Podano z praktyki odlewniczej odległości dodatkowych dysz od siebie i od głównego rzędu dysz.

Szerzej potraktowano stosowanie gorącego dmuchu, podkreślając korzystne stosowanie w przypadku pracy żeliwiaka na gorszym gatunku koksu. Poza podwyższeniem temperatury przegrzania żeliwa podgrzewanie dmuchu ma korzystny wpływ na obniżenie rozchodu koksu, zmniejszenie spalności redukcyjnej koksu jak i na przebieg procesów chemicznych; wpływ ten wyraża się większym stopniem nawęglania, zmniejszeniem zgaru krzemu i manganu, obniżeniem zawartości siarki w żeliwie. Również równomierniejszy bieg żeliwiaka niż na dmuchu zimnym, jak i zwiększenie ogólnego współczynnika sprawności cieplnej przemawiają za stosowaniem tej metody.

Duże zalety w intensyfikacji procesu żeliwiakowego (w uzyskiwaniu żeliwa o podwyższonej temperaturze przegrzania przy podwyższeniu wydajności żeliwiaka) przedstawia zastosowanie dmuchu wzbogaconego tlenem. Podobnie jak podgrzewanie powietrza dmuchu przyczynia się ono do podwyższenia temperatury spalania koksu przez zmniejszenie strat ciepła jawnego, unoszonego przez azot, drogą jego częściowego wyrugowania z dmuchu. Stosowanie dmuchu wzbogaconego w tlen obniża wysokość strefy spalania, daje jednak znacznie wyższą temperaturę w tej strefie. Równocześnie podwyższona temperatura spalin uchodzących ze strefy spalania zwiększa intensywność redukcji CO_2 , wzrasta zatem spalność redukcyjna (przy stałym rozchodzie koksu), co ogranicza w pewnym stopniu możliwość znacznego podwyższenia sprawności cieplnej w przypadku stosowania dmuchu wzbogaconego tlenem jak i podgrzewanego dmuchu. Podano wyniki stosowania ochronnych warstwek cementu pokrywającego

koks, które ograniczają znacznie przebieg redukcji CO_2 na CO w strefie redukcyjnej żeliwiaka.

Poza podwyższeniem temperatury przegrzania żeliwa stwierdzono dalsze zalety procesu, jak wzrost wydajności żeliwiaka, łatwość jej regulowania, łatwość regulowania temperatury przegrzania żeliwa, zmniejszenie rozchodu koksu, możliwość stosowania gorszych gatunków koksu, oraz obniżony zgar głównych składników żeliwa. Podano sposoby doprowadzenia tlenu do żeliwiaka, oraz tabelarycznie ujęto korzyści techniczne i ekonomiczne stosowania żeliwiaków wielorzędowych z podgrzewanym dmuchem oraz z dmuchem wzbogaconym w tlen w odlewniach radzieckich.

Następnie omówiono zastosowanie wykładziny zasadowej w żeliwaku. Główną zaletą żeliwiaka z wykładziną zasadową jest możliwość udziału we wsadzie metalowym materiałów o znacznej zawartości siarki. Możliwość pracy na żużlu silnie zasadowym eliminuje dodatkowy proces odsiarczania poza żeliwiakiem, co ma szczególne znaczenie dla żeliwa sferoidalnego oraz żeliwa konwertorowego. Warunki sprzyjające odsiarczaniu żeliwa wpływają również na jego nawęglanie (w stopniu znacznie wyższym od żeliwiaka kwasnego), co w niektórych przypadkach jest znaczną zaletą. Podano proces odsiarczania i odfosforowania żeliwa w żeliwaku zasadowym.

Szczegółowo omówiono zastosowanie wodnego chłodzenia wykładziny żeliwiakowej zestawiając znaczne oszczędności w produkcji odlewniczej. Zagadnienie zużycia wykładziny żeliwiakowej nabiera znaczenia w związku z nowymi zadaniami stawianymi odlewniom, polegającymi na otrzymywaniu żeliwa o wyższej temperaturze przegrzania drogą stosowania drogiego wyłożenia zasadowego z uwagi na skład chemiczny żeliwa. Zmniejszenie stopnia zużycia wykładziny można uzyskać drogą polepszenia jej jakości albo wodnego chłodzenia wykładziny. W warunkach krajowych ta droga wydaje się być realna. W dalszym ciągu podano osiągnięcia w tej dziedzinie za granicą oraz doświadczenia krajowe, uwzględniając uzyskane efekty ekonomiczne, przy czym w kilku przypadkach przedstawiono dokładne zestawienie ilości jak i kosztów materiałów ogniotrwałych. Dołączono bogaty materiał ilustrujący konstrukcję wraz z opisem zagranicznych i krajowych rozwiązań chłodzenia wodnego wykładziny. Przedstawione doświadczenia pozwoliły autorom na zestawienie korzyści stosowania wodnego chłodzenia, a mianowicie: znaczne oszczędzenie zużycia wykładziny, możliwość długotrwałej jednorazowej pracy żeliwiaka (znaczne oszczędności cieplne), długotrwała praca z pozostawieniem żeliwiaka okresowo bez wybijania, większa stabilizacja procesu dzięki niezmiennemu średnicy żeliwiaka, możliwość prowadzenia wtyku na żużlu zasadowym i inne.

W szerokiej dyskusji po referacie podano szereg doświadczeń z ruchowych prób nad stosowaniem podgrzewanego dmuchu i wodnego chłodzenia wykładziny. Omawiając znaczne niedociągnięcia w gospodarce żeliwiakowej i związane z tym trudności materiałowe podkreślono znaczenie wprowadzania nowych technologii topienia do odlewni, co zmusi personel odlewni do większego zainteresowania sprawami żeliwiakowymi dla osiągnięcia korzystnych wyników pracy żeliwiaków. Uzupełniono podany przebieg osiągnięć zagranicznych i krajowych w nowych technologiach topienia podając przybliżone koszty urządzeń i czas ich amortyzacji. Szczególnie szeroko omówiono doświadczenia z ruchowych prób podgrzewacza typu Frauentknecht w Łódzkiej Fabryce Maszyn, gdzie pierwsze próby zakończyły się niepowodzeniem skutkiem zatkania kolanek rur (u wylotu gazów ze strefy spalania) trudną do usunięcia masą żużla. W chwili obecnej wykonywane są zmiany konstrukcyjne podgrzewaczy w kierunku stosowania poniżej kolanek komor umożliwiających usuwanie gromadzącego się żużla. Przeprowadzone próby pozwoliły ustalić, że nagrzewacze tego typu mogą pracować bez zatykania w przypadku wyrównywania ciśnień w rurze nagrzewacza i strefie spalania. Podkreślono na podstawie spostrzeżeń jednego z uczestników konferencji szerokie zastosowanie nowych technologii topienia z Związku Radzieckim przy znacznie obniżonym rozchodzie koksu i oszczęd-

Z PRAC INSTYTUTU ODLEWNICTWA

Kontrola jakości odlewniczych stopów cynkowych typu ZnAl

W jednym z numerów „Przeglądu Odlewnictwa” (nr 9/53) omówiono własności i zastosowanie odlewniczych stopów cynku typu ZnAl. Obecnie podajemy do wiadomości kilka uwag o możliwości przeprowadzania stosunkowo prostych prób jakości tych stopów.

Jak wiadomo, podstawowym warunkiem jakości stopów typu ZnAl jest odpowiednio niska zawartość zanieczyszczeń metalicznych, takich jak ołów, cyna, kadm, żelazo oraz bizmut, ind i tal. Zanieczyszczenia te bowiem już w stosunkowo niedużych ilościach powodują w obecności pary wodnej (wilgoci atmosferycznej) silną korozję międzykrystaliczną, a raczej selektywną (atakowanie eutektyki cynkowo-glinowej). Prowadzi to do znacznej obniżki własności mechanicznych, a niekiedy nawet wzrost do rozsypiania się stopu.

Według PN H-87101 suma najczęściej spotykanych i najbardziej szkodliwych zanieczyszczeń, tj. ołowiu, cyny i kadmu nie może przekraczać 0,008% ($\Sigma \text{Pb} + \text{Sn} + \text{Cd} < 0,008\%$). Pozostałe zanieczyszczenia (Bi, Tl i In) jako rzadziej występujące nie są ujęte normą — pamiętać jednak należy, że pierwiastki te, choć w nieco mniejszym stopniu, przyczyniają się również do zmniejszenia odporności stopu na korozję międzykrystaliczną, a więc do obniżenia jego jakości. Znajomość składu chemicznego stopu, a raczej zawartości szkodliwych metali, byłaby zatem niezbędna dla określenia jego jakości, jeśli chodzi o odporność na korozję międzykrystaliczną.

Dla przypomnienia podajemy, że maksymalna zawartość zanieczyszczeń w odlewniczych stopach cynku typu ZnAl wynosi: Pb — 0,006%; Cd — 0,003%; Sn — 0,001%; Fe — 0,03%; Bi — 0,01%; Tl — 0,01%.

Zwykła analiza chemiczna tak małych ilości pierwiastków jest niezwykle uciążliwa i w normalnych warunkach przeciętnego laboratorium ruchomego trudna do przeprowadzenia. Bardziej odpowiednia do tego celu analiza polarograficzna lub spektrograficzna uwarunkowana jest natomiast posiadaniem odpowiedniej aparatury i wykwalifikowanego personelu. Praktycznie biorąc, kontrola jakości stopów cynkowych na drodze analizy chemicznej jest więc w średnio wyposażonych laboratoriach zagadnieniem dość kłopotliwym, a często nawet niemożliwym do przeprowadzenia.

W Instytucie Odlewnictwa przeprowadzono ostatnio pewne prace nad korozją stopów typu ZnAl, które pozwalają przypuszczać, że opracowana na podstawie literatury fachowej stosunkowo prosta „próba w parze wodnej” może zastąpić lub uzupełnić analityczne oznaczanie zanieczyszczeń dla celów kontroli jakości wspomnianych stopów.

Próba w parze wodnej jest pośpieszną próbą korozyjną opracowaną i rozwiniętą w okresie wzmożonych badań nad stopami cynkowymi typu ZnAl tuż po I wojnie światowej. Próba ta pozwoliła na wykrycie przyczyn bardzo niskiej wówczas jakości stopów cynku z aluminium, które zostały wprowadzone w Niemczech do produkcji w okresie wojennym w miejsce deficytowych stopów miedzi. Łącznie z innymi badaniami (np. nad wpływem miedzi na starzenie stopów) próba w parze wodnej doprowadziła do opracowania szeregu stopów ZnAl o wysokiej jakości i do szerokiego ich rozpowszechnienia na całym świecie. Ta klasyczna już dziś metoda badawcza stopów cynku z aluminium polega na ogrzewaniu odpowiednich próbek w nasyconej parze wodnej o temperaturze 95°C w ciągu 10 dni. Para wodna jest bowiem w tych warunkach czynnikiem w silnie atakującym eutektykę Zn-Al w obecności zbyt dużej ilości zanieczyszczeń stopu.

Wskaźnikiem tego typu korozji może być wygląd przełomu próbki oraz zmiany własności mechanicz-

nych (najdogodniej spadek wytrzymałości na rozciąganie) i fizycznych (np. zmiany wymiarów, obniżenie przewodności elektrycznej itp.).

W przypadku oznaczania postępu korozji ze zmian własności mechanicznych lub fizycznych należy w dokładniejszych pomiarach uwzględniać skutki starzenia stopu wywołane procesami strukturalnymi, które, wyłączając wpływ miedzi, zależą jedynie od temperatury i czasu próby. Trzeba bowiem pamiętać, że w czasie ogrzewania próbek w parze wodnej zachodzą równocześnie obok siebie dwa procesy, tj. przemiany strukturalne i zjawiska korozyjne, a ich efekt końcowy jest, jeśli idzie o własności mechaniczne lub fizyczne stopu, bardzo podobny.

Wyniki próby w parze wodnej, aczkolwiek nie mówią nic o rodzaju i bezwzględnej ilości poszczególnych zanieczyszczeń w stopie, to jednak świadczą w sposób bardziej bezpośredni i pewny niż analiza chemiczna o skłonności badanych stopów do korozji międzykrystalicznej, a zatem o jego jakości.

Jak dalece wyniki te zgodne są z zachowaniem się stopu w warunkach naturalnej korozji, nie zostało jeszcze dotychczas ostatecznie ustalone. Na ogół przyjmuje się, że opisana próba w parze wodnej odpowiada pięciu latom zwykłej korozji atmosferycznej. Nie przesadzając słuszności ilościowych porównań wyników próby pośpiesznej z wynikami korozji w warunkach naturalnych, stwierdzić można jedno, że stop, który po dziesięciu dniach korozji w parze wodnej nie wykazuje żadnych poważniejszych zmian, nie będzie również ulegać korozji międzykrystalicznej w warunkach normalnych.

Sama natomiast analiza chemiczna na zwykłe oznaczane składniki Pb, Sn, Cd i Fe nie zawsze jest niezawodnym wskaźnikiem jakości stopów, o czym świadczyć może przypadek, z którym zetknięto się w trakcie badań nad korozją stopów ZnAl, a mianowicie: stop ZnAl16Cu1, pomimo że nie zawierał większych ilości zanieczyszczeń ($\text{Fe} = 0,075\%$; $\text{Pb} = 0,0028\%$; $\text{Cd} = 0,0009\%$; $\text{Sn} = 0,0006\%$, a więc $\Sigma \text{Pb, Sn, Cd} < 0,008\%$), wykazał po 10 dniach korozji w parze wodnej daleko posuniętą korozję międzykrystaliczną, objawiającą się ciemno-szarą barwą przełomu próbki oraz znaczną obniżką wytrzymałości na rozciąganie (30—60%). Przypuszczać należy, że w badanym stopie znajdowały się jeszcze jakieś inne niż wymienione w normie szkodliwe zanieczyszczenia.

Reasumując stwierdzić trzeba jeszcze raz, że opisywana próba jakości stopów typu ZnAl pozwala na wyciąganie bardziej pewnych wniosków o ich odporności korozyjnej niż analiza chemiczna, ponieważ ta ostatnia w zwykłych warunkach ruchomego laboratorium ogranicza się zwykle do oznaczania tylko czterech zasadniczych zanieczyszczeń (Pb, Sn, Cd i Fe), nie uwzględniając na ogół innych, co prawda rzadziej występujących, ale zawsze możliwych metali, jak np. bizmut, tal, ind czy german.

Dokładniejsze dane oraz szczegóły techniczne omawianych wyżej prób opisane są w pracy Instytutu Odlewnictwa Nr 3241.53 pt.: „Badania korozji stopów cynku ZnAl 40, 41, 43 i 61”, oraz w artykule pt. „Korozja odlewniczych stopów cynku typu ZnAl” (praca w druku w 4 numerze „Prac Instytutu Odlewnictwa” r. 1954).

Na koniec należy zaznaczyć, że w przypadku zastosowania próby w parze wodnej do oznaczania jakości stopów ZnAl w warunkach ruchomych, a więc w odlewniach i zakładach produkcyjnych, czas trwania próby może być znacznie skrócony i dostosowany do aktualnych potrzeb i możliwości.

Doświadczenia zebrane przy wykorzystaniu tej próby przez przemysł mogłyby w przyszłości posłużyć do ewentualnego opracowania specjalnej normy badania jakości stopów ZnAl za pomocą próby w parze wodnej.

mgr Jerzy Romański

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 zaopatrzony 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) wyżykiem.

5. W artykułach należy posługiwać się pisownią według zasad Polskiej Akademii Umiejętności z roku 1936 oraz używać terminologii, oznaczyć 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 I i I na maszynopisach pisanych na maszynach nie posiadających I należy I poprawiać atramentem na I.

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. Odnośniki 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 oczystka 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 dmuchu 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 mikrografie 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 oddzielnie 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. Tablice 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”

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- ALBIŃSKI K.: **Elektroerozyjna obróbka metali.** s. 104, zł 7.50
- BARAN I.: **Sztuczne oświetlenie pomieszczeń pracy.** Biblioteka Ochrony Pracy. Wyd. 2. s. 107, zł 8.50
- BATRAKOW A. W., KŁOPOW A. J.: **Poznaj odbiornik telewizyjny.** Tłum. z ros. W. Rabęcki. Biblioteka Radiomechanika. s. 59, zł 2.50
- BIELECKI S.: **Przyrządy do pomiaru ciśnienia i temperatury.** Obsługa i konserwacja. Seria „Będę fachowcem” s. 80, zł 3.—
- KAWECKI F.: **Frezowanie.** Najprostsze roboty. Seria „Będę fachowcem”. s. 90, zł 3.50
- KUKULSKI Z., STRZELCZYK J.: **Automatyzacja generatorów gazowych.** s. 76, zł 5.50
- MAZURKIEWICZ A.: **Metodyka badania stanu bezpieczeństwa i higieny pracy.** Biblioteczka Wykładowcy BHP. s. 56, zł 2.50
- MICHAJŁOW W. W.: **Projektowanie aparatów elektrycznych wysokiego napięcia.** Wyd. 2. Tłum. z ros. J. Elbaum i P. Głowacki. s. 240, zł 11.50 (opraw.)
- MISIUREWICZ E., MYSTKOWSKI A.: **Napęd i sterowanie elektryczne obrabiarek.** s. 265, zł 28,50 (opraw.)
- PARASZCZAK A.: **Maszyny i urządzenia produkcyjne przemysłu gumowego.** s. 364, zł 31.50 (opraw.)
- PIWOŃSKI T.: **Formowanie za pomocą modeli uproszczonych.** s. 155, zł 7.50
- RAMM W. M.: **Procesy absorpcyjne w przemyśle chemicznym.** Tłum. z ros. E. Górecki. s. 344, zł 36.— (opraw.)
- SIWICKI J.: **Siarczany glinowy i aluny.** Produkcja i zastosowanie. s. 48, zł 2.50
- SJERGIEJEW M. A., NIKITIN P. S.: **Organizacja tokarskiego stanowiska roboczego** Tłum. z ros. S. Pietkiewicz. Biblioteka Ochrony Pracy. s. 43, zł 2.—
- SZORNEL I.: **Rozwalcowywanie rur kotłowych.** s. 72, zł 2.50
- WIESIOŁOWSKI W. S., SZMANIENKOW I. W., NOSACZIEW E. W.: **Urządzenia grzejne w praktyce laboratoryjnej.** Tłum. z ros. F. Owidzki. s. 199, zł 16.50 (opraw.)
- ZUKOW I. I., CHOJCHIN A. I.: **Produkcja i naprawa obuwia gumowego oraz innych wyrobów gumowych.** Tłum. z ros. W. Małęczyk. s. 308, zł 17.—

WYDAWNICTWO GÓRNICZO-HUTNICZE

- ANDREJEW L., TOCHOWICZ S.: **Wyżarzanie blach cienkich** 1954, s. 94, zł 5.20
- CEJDLER A. A.: **Metalurgia miedzi i niklu.** Tłum. z ros. C. Niewiadomski 1954, s. 291, zł 29.—
- FOLFASIŃSKI J.: **Zastosowanie mas plastycznych i drewna w urządzeniach hutniczych** 1954, s. 122, zł 9—
- GRYKSZTAS W.: **Hutnicy Kraju Rad** 1954, s. 103, zł 6.—
- HOLEWIŃSKI S.: **Metalurgia surówki. Tom II. Proces wielkopiecowy** 1954, s. 341, zł 35.—
- KRECZMAR S.: **Pomysły racjonalizatorskie hutnika** 1954, s. 47, zł 1.80
- MAZANEK E.: **Bezpieczeństwo pracy przy wielkich piecach** 1954, s. 86, zł 4.—
- MAZANEK E.: **Metalurgia surwki. Tom I. Konstrukcja wielkiego pieca i urządzenia pomocnicze** 1954, s. 318, zł 33.—
- MUSIAŁ M.: **Jak się walcuje szyny** 1954, s. 45, zł 2.50
- MARKUSIEWICZ M., MIERZYJEWSKI A.: **Materiały magnetyczne** 1954, s. 497, zł 62.50
- OSANN B.: **Krótki zarys metalurgii żelaza** 1954, s. 204, zł 15.—
- ORMAN Z., ORMAN M.: **Metalurgia aluminium** 1954, s. 219, zł 23.60
- Piece grzewcze walcownicze i kuźnicze. Tom I.** Praca zbiorowa pod red. Z. Wusatowskiego 1954, s. 262, zł 28.50
- Piece grzewcze walcownicze i kuźnicze. Tom II.** Praca zbiorowa pod red. Z. Wusatowskiego 1954, s. 248, zł 27.—
- POCHWISNIEW A. N., ABRAMOW W. S., KRASAWCEW N. I., LEONIDOW N. K.: **Wielkopiecownictwo.** Tłum. zbiorowe 1954, s. 656, zł 50.—
- SALUKWADZE W. S.: **Automatyczne spawanie pod topnikiem zbiorników i przewodów rurowych.** Tłum. z ros. M. Potok 1954, s. 118, zł 9.—

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki i u kolporterów zakładowych

