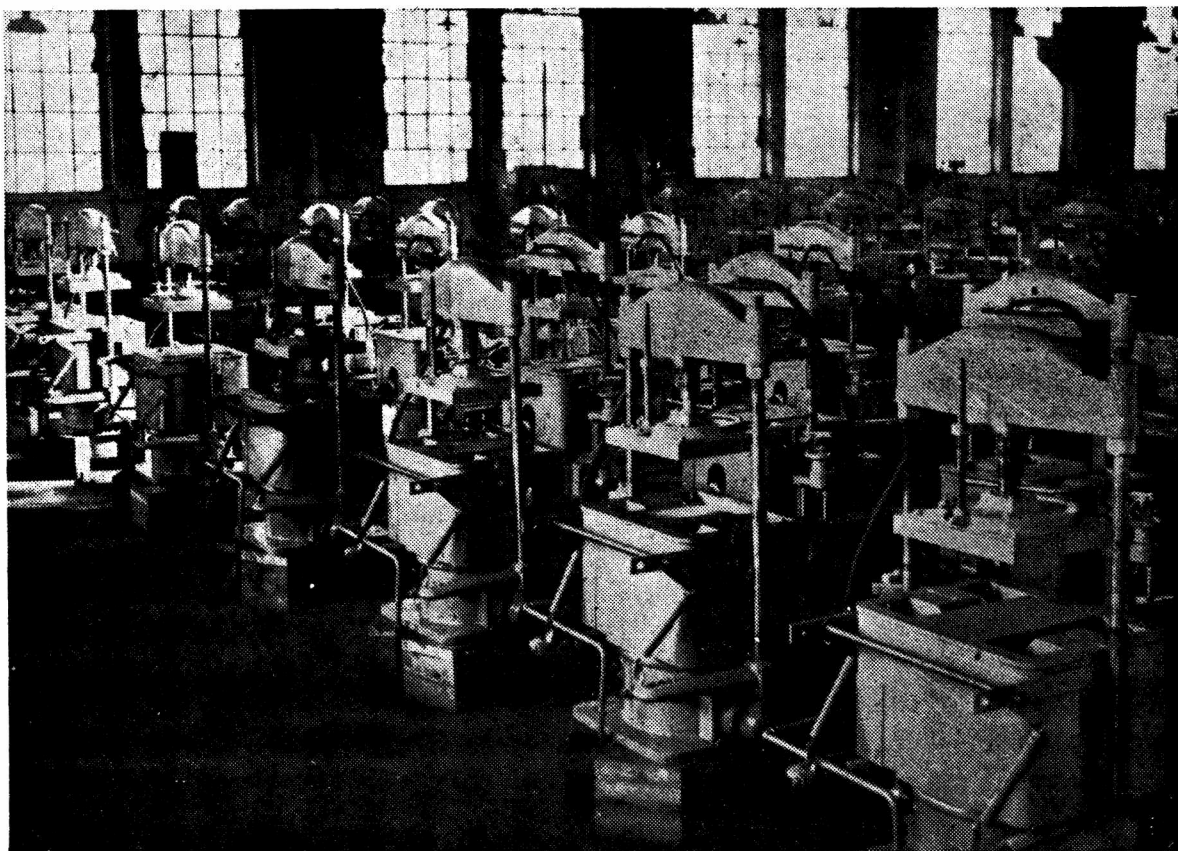


PRZEGLĄD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Nr 7/8

Seria formierek prasujących typu FP

LIPIEC-SIERPIEŃ 1954

ORGAN STOWARZYSZENIA NAUKOWO-
TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH



WYDAWCA: WYDAWNICTWO GÓRNICZO-HUTNICZE

W Dziesiątą Rocznicę Wyzwolenia	Zarząd Główny STOP	189
Osiągnięcia odlewnictwa w ciągu X-lecia Polski Ludowej	Mgr inż. Jerzy Lutosławski	190
Stopy zastępcze brązów cynowych stosowanych w odlewnictwie	Mgr inż. Zbigniew Górny i mgr inż. Krzysztof Rutkowski	196
Struktura i własności mechaniczne żeliwa w świetle nowych wykresów strukturalnych	Mgr inż. Józef Kuszewski	205
Wpływ zawartości gazów w żeliwie ciągliwym	Mgr inż. Jan Rączka	214
Pojemnościowe suszenie rdzeni	Mgr inż. Tadeusz Skrzypek	219
Pneumatyczny transport piasku	Mgr inż. Ryszard Chudzikiewicz	224
Wybór metody naprawy wadliwych odlewów żeliwnych	Jerzy Faszfałow	229
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH:	Opracował i tłumaczył:	
Odlewanie pod ciśnieniem części mosiężnych zaworów armaturowych	K. R.	230
Problem braków odlewniczych w odlewniach czechosłowackiego przemysłu maszynowego	T. M.	231
Produkcja żeliwa sferoidalnego z pieca indukcyjnego wysokiej częstotliwości	J. P.	233
Obwódka perlityczna w czarnym żeliwie ciągliwym	T. W.	234
WIADOMOŚCI STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH		236
Z WYDAWNICTW		238
PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ODLEWNICTWA		13—16
BIULETYN INFOMACYJNY INSTYTUTU ODLEWNICTWA		13—16
NORMY RESORTOWE ODLEWNICZE (2 luźne wkładki)		

СОДЕРЖАНИЕ № 7/8

В X-летие освобождения
Достижения литейной промышленности в течении X-летия Народной Польской Республики
Заменительные сплавы оловянных бронзов применяемых в литейном производстве
Структура и механические свойства чугуна в освещении новых структурных диаграмм
Содержание газов в ковком чугуне
Вместительная сушка стержней
Пневматический транспорт песка
Выбор метода исправления дефектов чугунных отливок
Обзор технической печати
Сообщение STOP
Новые издательства
Обзор документации литейного производства
Информационный Бюллетень Литейного Института
Ведомственные нормы

CONTENTS of Nr 7/8

The Tenth Anniversary of the Liberation
Achievements of Polish Foundry Trade during the First Decade of Popular Poland
Substitute Alloys for Cast Tin Bronzes
Structure and Mechanical Properties of Cast Iron in the Light of Modern Structural Diagrams
Gas Content in Malleable Cast Iron
Capacity Drying of Foundry Cores
Pneumatic Sand Transportation
Selection of most Suitable Methods for Repair of Gray Iron Defective Castings
Review of Technical Literature
Chronicle
New-Publications
Technical and Scientific Documentation Foundry Review
Information Bulletin of the Foundry Research Institute
Departmental Foundry Standards

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

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

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

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

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

Cena zeszytu pojedynczego zł 6.—

Format A4, ark. druku 3³/₄. Nakład 2300, Papier druk. sat. 60 gr kl. V, 61×86 cm. Zam. 1149.
Krakowska Drukarnia Prasowa Kraków, Wielopole 1

M-5-15342

Druk ukończono 11. VIII 1954

PRZEGŁAD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO - TECHNICZNY

ROK IV

LIPIEC — SIERPIEŃ 1954

NR 7-8

W Dziesiątą Rocznicę Wyzwolenia

W dniu 22 lipca br. minęło 10 lat od chwili wydania przez Polski Komitet Wyzwolenia Narodowego manifestu do Narodu Polskiego. Dziesięć lat trudnej i znożnej a jakże owocnej i pełnej otuchy pracy dla siebie, dla państwa socjalistycznego, w którym na zawsze zniknął już imperialistyczny i rodzimy kapitalizm. W okresie tym zdołaliśmy się wyzwolić ze skutków wiekowego zacofania, z następstw katastrofy wrześniowej i okrutnej okupacji faszystowskiej.

Manifest Lipcowy był konkretnym sformułowaniem nowego programu, do realizacji którego przyczyniła się pomoc wyzwolicielskiej Armii Czerwonej, dopomagając w złamaniu ginących sił reakcji i faszyzmu.

Przez dziesięć lat wyteżonej i owocnej pracy pod kierownictwem Partii i Rządu dokonaliśmy wiele i wiele nauczyliśmy się. Za okres ten należy nam teraz zdać sprawę, zestawiając nasze osiągnięcia i pozostałe jeszcze braki.

Przemysł odlewniczy a z nim i nasze Stowarzyszenie, chociaż dopiero czynne jako odrębna organizacja od roku 1951, staje z poważnym wkładem pracy do bilansu minionego dziesięciolecia. W okresie tym potrafiliśmy przełamać opór starych i doświadczonych inżynierów, którzy nieufni w nasze zamierzenia i siły nie wierzyli, że potrafimy ze stanu zacofania wyjść poza „poziom techniczny” pozostawiony nam w spadku przez kapitalistów i zbliżyć się wyraźnie do poziomu krajów przodujących. Dzięki bezinteresownej pomocy bratniego narodu Związku Radzieckiego, wbrew przypuszczeniu krajów zachodnich i bez ich pomocy, stworzyliśmy wystarczające podstawy do wprowadzenia postępu technicznego w zakresie mechanizacji robót ciężkich i pracochłonnych, wdrożenia nowych metod technologicznych, nowych wysokojakościowych tworzyw, materiałów zastępczych eliminujących metale deficytowe, konstrukcji i produkcji nowych i nieznanych u nas maszyn i urządzeń odlewniczych, aparatów kontrolno-pomiarowych do żeliwniaków, aparatury do badania materiałów formierskich. Ponadto zrobiliśmy wielki krok naprzód, projektując i uruchamiając nowe zakłady odlewnicze i przeprowadzając przebudowę istniejących zakładów. Oddaliśmy do przemysłu i do pracy naukowej ponad 300 inżynierów odlewników, kształcących się na Wydziale Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i sekcjach odlewniczych politechniki łódzkiej, gliwickiej i wrocławskiej. Poważnie podnieśliśmy poziom techniczny personelu odlewniczego przez organizowanie konferencji naukowo-technicznych i porad oraz kursów prowadzonych centralnie i w zakładach pracy. Wzbogaciliśmy nową literaturę techniczno-odlewniczą kilkudziesięcioma nowymi książkami, posiadamy swoje czasopismo branżowe, stale zwiększające nakład.

Rozwijające się z każdym dniem coraz żywiej nasze Stowarzyszenie liczy obecnie ponad 2500 członków wobec 300 członków w 1951 r.

Te bezsporne osiągnięcia jednak nie powinny nam przesłaniać szeregu braków i niedociągnięć jak zbyt mała troska o najwyższą jakość produkowanych odlewów, o powiększenie aparatu kontroli technicznej i wzmożenie jego działalności, oszczędność w gospodarce surowcowo-materiałowej i przez to zmniejszenie kosztów własnych, należyte i stałe przestrzeganie dyscypliny technologicznej i śmiałe wprowadzanie postępowych metod produkcji, przekazywanych przez przodujące zakłady pracy w ramach wymiany doświadczeń międzyzakładowych.

Obowiązki wynikające z zadań nałożonych na odlewników w ramach Planu 6-letniego powinny zmobilizować cały aktyw stowarzyszeniowy do wzmożenia walki o pokonanie tych trudności i zadokumentowanie zdecydowanej woli zwycięskiego wykonania Planu 6-letniego oraz stworzenia podstaw techniczno-ekonomiczno-organizacyjnych do następnego Planu 5-letniego, planu dobrobytu i rozszerzenia podstaw socjalizmu.

ZARZĄD GŁÓWNY
STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO
ODLEWNIKÓW POLSKICH



Osiągnięcia odlewnictwa w ciągu X-lecia Polski Ludowej

Radosna chwila, w której przed dziesięciu laty dzięki bohaterstwu Armii Radzieckiej i Wojska Polskiego pierwszy skrawek ziemi polskiej uwolniony został spod hitlerowskiego jarzma, była chwilą Wyzwolenia podwójnego; wyzwolenia spod bezpośredniej i okrutnej obcej przemocy i wyzwolenia z niewoli ekonomicznej zagranicznego i polskiego kapitału. W jednej chwili przestały istnieć sztuczne zapory, które międzynarodowa finansjera ustawiła na drodze naszego rozwoju technicznego i ekonomicznego. Pamiętamy wszyscy radosne chwile obejmowania opuszczonych przez okupanta fabryk i zakładów. Oto nareszcie perspektywa urzeczywistnienia od lat na sercu noszonych pomysłów i ulepszeń technicznych, oto możliwość pełnej i nieskrępowanej pracy dla dobra Ludu Polskiego, oto wielkie obowiązki i wielkie zadania.

Warto przy okazji tej radosnej rocznicy zrobić krótki rachunek tego, cośmy na naszym odcinku przed 10 laty zastali, jak zrozumieliśmy nasze zadania, jakieśmy je wykonali i jakie popelniliśmy błędy i niedociągnięcia.

Analiza, lub chociażby tylko wyliczenie tych niedociągnięć wskaże nam kierunki, w których przede wszystkim pracę naszą poprawiać i ulepszać należy.

Produkcja

Spuścizna, jaką otrzymaliśmy w dziedzinie środków produkcji odlewniczej po kapitalistycznym przemyśle Polski międzywojennej, była, jak wiadomo, nędzna.

Wielkość produkcji odlewów żeliwnych na ziemiach polskich w roku 1913 można szacować¹⁾ na około 275.000 ton. Produkcja ta w latach bezpośrednio poprzedzających drugą wojnę światową wynosiła w przybliżeniu:

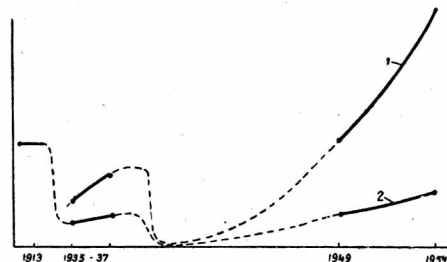
1935	1936	1937
123.000 t	156.000 t	200.000 t

Co to oznacza? To oznacza, że przemysł Polski kapitalistycznej nie potrafił osiągnąć nawet takiego poziomu ilościowego produkcji odlewniczej, jaki istniał na ziemiach Polski w okresie przed Pierwszą Wojną Światową. W ciągu dwudziestolecia nie tylko nie zaszła potrzeba stworzenia nowych zdolności produkcyjnych, ale nie osiągnięto możliwości wykorzystania istniejących. Nie trudno tedy wyjaśnić przyczyny niskiego stanu techniki odlewniczej. Technika może się rozwijać tylko na tle rosnących potrzeb produkcyjnych; potrzeb tych, jak się okazuje nie było — nie mogło więc być postępu technicznego.

Liche i konserwatywne odlewnie przedwojenne zostały w dodatku częściowo zniszczone lub obrabowane przez okupanta, start nie był więc łatwy.

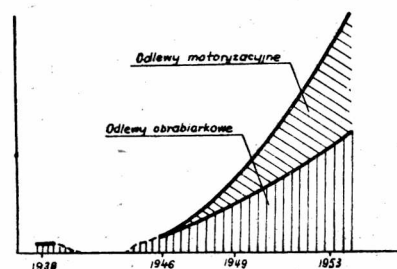
¹⁾ K. Gierdziejewski — „Zarys dziejów odlewnictwa Polskiego“.

Jednakże zapotrzebowanie odlewów w pierwszych latach po wyzwoleniu było zarówno pod względem jakości jak i ilości ograniczone. Toteż do roku 1949 odlewnie wywiązywały się na ogół ze swoich skromnych zadań. Znacznie poważniejszy wzrost zapotrzebowania nastąpił dopiero z początkiem okresu Planu 6-letniego. Krzywa 1, wykresu przedstawionego na rysun-



Rys. 1. Rozwój produkcji odlewów żeliwnych: 1 — produkcja ogólna; 2 — odlewy handlowe

ku 1, ilustruje przebieg wzrostu produkcji odlewów żeliwnych w tym okresie. Dla porównania oznaczono również wielkość produkcji w latach 1913 oraz 1935 ÷ 1937. Rzut oka na ten wykres jasno wykazuje, że nowa sytuacja w odlewnictwie polskim zarysowała się właśnie w przełomowym roku 1949. Istniejące zdolności produkcyjne przy starych metodach pracy przestały wystarczać. Nic więc dziwnego, że ogół działaczy przemysłu metalowego, nie mający wyczucia potrzeb i linii rozwojowych odlewnictwa dopiero w roku 1949 zauważył, że odlewnictwo, wbrew poprzednio panującemu przekonaniu, wymaga nie tylko gruntownej zmiany metod pracy ale także inwestycji. Przełomowy charakter roku 1949 widoczny jest także z analizy struktury jakościowej zapotrzebowania odlewów. Odlewy handlowe nie następczące trudności w produkcji zaczynają stanowić coraz mniejszy odsetek produkcji odlewniczej (krzywa 2 na rysunku 1). Odsetek ten z 45% w latach 1935 ÷ 1937 spada do 34% w

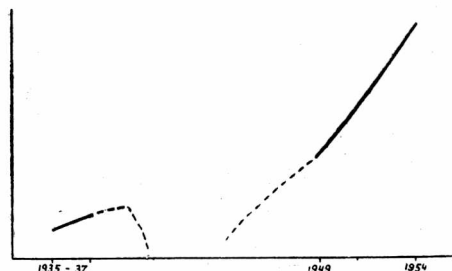


Rys. 2. Rozwój produkcji odlewów maszynowych wysokiej jakości

w roku 1949, a w 1954 wynosi już zaledwie 25%, nie bacząc na prawie 2 i pół krotny wzrost tonażu tej produkcji w stosunku do roku 1935. Powiększa się za to gwałtownie udział odlewów maszynowych o wyższych wymaganiach jako-

ściowych. Jako przykład tego zjawiska służyć może rozwój zapotrzebowania dwóch ważnych grup tej klasy odlewów, a mianowicie odlewów obrabiarkowych oraz odlewów dla produkcji motoryzacyjnej (samochody, ciągniki). Dynamikę wzrostu produkcji tych grup odlewów wskazuje wykres, przedstawiony na rysunku 2.

Zupełnie podobnie do produkcji odlewów żeliwnych rozwijała się wytwórczość staliwa, z tą może różnicą, że tonaż staliwa, osiągnięty w roku 1937 jest stosunkowo niższy niż żeliwa, a zatem wzrost w roku 1949 silniejszy (rys. 3).



Rys. 3. Rozwój produkcji odlewów staliwnych

W produkcji żeliwa ciągliwego nie osiągnęliśmy takiego wzrostu ilościowego jak w staliwie i żeliwie szarym. Fakt, że w rozwój ilościowy produkcji odlewów z żeliwa ciągliwego włożono stosunkowo mniej wysiłku, należy uważać za niedociągnięcie naszego odlewnictwa, które musi zostać i zostanie w najbliższych latach nadrobione.

Opisane osiągnięcia produkcyjne odlewnictwa Polski Ludowej trzeba uznać za poważne, zwłaszcza, że wzrost tonażu wystąpił w dużej mierze wskutek wprowadzenia do produkcji licznych nowych, szlachetniejszych rodzajów odlewów. Obok odlewów obrabiarkowych i motoryzacyjnych, o których mówiliśmy wyżej, opanowano szereg asortymentów trudnych i o wysokich wymaganiach technicznych. W zakresie żeliwa wymienimy tu cylindry parowozów eksportowych, odlewy do budowy okrętowych maszyn i turbin parowych, cylindry maszyn papierniczych, odlewy części aparatury chemicznej i armatur z kwasoodpornego żeliwa wysokokrzemowego i żeliwa austenitycznego, skomplikowane płyty chłodzące do wielkich pieców, tubingi i inne.

Asortyment odlewów staliwnych uległ może jeszcze wyraźniejszemu rozszerzeniu. Na pierwszym miejscu wymienić tu należy masową produkcję odlewów dla eksportowego taboru kolejowego, podlegających surowym warunkom odbiorczym zarówno pod względem jakości materiału jak i dokładności wymiarów. Może za wcześniej byłoby mówić, że produkcja ta osiągnęła już dziś właściwy poziom.

Bez wątpliwości znać na niej jeszcze poważne ślady rzemieślniczych metod pracy, których skutki wyrażają się w nadmiernej pracochłonności wykończenia, nie mniej jest ona pod względem jakości zadawalająca, a ilościowo zaspokaja potrzeby. Dalej wymienić trzeba odlewy okrętowe — dziobnice, tylnice i śruby

napędowe. Na podkreślenie zasługują udane próby odlewania śrub w masie cementowej z małym naddatkiem na obróbkę (3 mm). Skomplikowane podstawy koparek, ostatnio odlane pomyślnie w jednej z odlewni, dowodzą, że jesteśmy już w pewnym stopniu przygotowani do zaspokojenia potrzeb budowy maszyn w zakresie nowoczesnych konstrukcji typu monolitego.

Asortyment odlewów z metali nieżelaznych uległ także znacznemu rozszerzeniu. Rozbudowano poważnie produkcję odlewów ciśnieniowych, szczególnie ze stopów cynku. Zakres zastosowania stopów miedzi staramy się oczywiście ograniczać, mimo to potrzeby burzliwie wzrastającego przemysłu budowy maszyn postawiły i tu nowe zadania. Opanowano odlewanie śrub okrętowych do wagi 7000 kg ze specjalnego mosiądzu manganowego, odlewów z brązów krzemowych i aluminium do pomp i maszyn hutniczych itp.

Podstawy naukowe produkcji odlewniczej

Dla grupy czołowych odlewników już wkrótce po dniu Wyzwolenia stało się jasnym, że postawienie produkcji odlewniczej na poziomie, którego wymagać będzie normalnie rozwinięty przemysł maszynowy, nie będzie możliwym bez pomocy należycie wyposażonego ośrodka badań i prac naukowych. Dzięki staraniom Kierownictwa b. Krakowskiego Zjednoczenia Przemysłu Odlewniczego stosunkowo bardzo wcześnie położono podwaliny pod Instytut Odlewnictwa w Krakowie.

Pierwszym, w sposób naturalny nasuwającym się zadaniem Instytutu było przerobienie ważniejszych, znanych już z literatury badań, aby wyjaśnić istniejące wątpliwości, a wyniki sprowadzić do postaci, nadającej się do zastosowania w przemyśle.

Z najważniejszych prac tej kategorii należy wymienić:

1. Opracowanie i wprowadzenie do przemysłu metod otrzymywania żeliwa modyfikowanego jakoteż szereg prac poświęconych metodyce badań i samym badaniom własności tego tworzywa zarówno użytkowych jak i technologicznych.

Dzięki tym pracom stało się możliwym wprowadzenie na skalę przemysłową wytwarzania odlewów z żeliwa modyfikowanego w kilkunastu odlewniach. Dziś produkcja tego materiału idzie w dziesiątki tysięcy ton. Doceniając znaczenie osiągnięć zarówno Instytutu jak i przemysłu w tej dziedzinie, nie można jednak uważać prac nad żeliwem modyfikowanym za zakończone. Nie ukończono jeszcze badań nad konstrukcyjnymi właściwościami tego materiału, a wiele spośród odlewni go wytwarzających dotąd nie osiągnęło wystarczającej stabilizacji procesów wytopu. Jednolitość i pewność odlewów z żeliwa modyfikowanego jest więc jeszcze w licznych przypadkach niedostateczna. Te niedociągnięcia nie pozwoliły dotychczas wyzyskać w pełni

- cennych własności konstrukcyjnych tej odmiany żeliwa wysokojakościowego. Nie mniej należy podkreślić, że przy udziale i z inicjatywy Instytutu przeprowadzono szereg udanych prób zastosowania żeliwa modyfikowanego na odpowiedzialne elementy maszyn, jak wały korbowe, wrzeciona i tuleje łożyskowe obrabiarek, kółka do wózków kopalnianych, koła do suwnic i inne.
2. Opracowanie i wprowadzenie do przemysłu metod wytwarzania żeliwa sferoidalnego oraz zbadanie szeregu cennych własności tego materiału. Prace te nie są jeszcze ukończone, ale regularna produkcja odlewów z żeliwa sferoidalnego prowadzona jest już w kilku odlewniach, chociaż na razie na małą skalę.
 3. Opracowanie i wprowadzenie do przemysłu wytwarzania odlewów z brązów krzemowych i mosiądzów niskomiedziowych. Wprowadzenie tych materiałów ma duże znaczenie ze względu na możliwość ograniczenia zużycia trudno dostępnej cyny.
 4. Opracowanie metod wytwarzania odlewów z żeliwa wysokokrzemowego. Metody te pozwoliły na zaopatrzenie przemysłu chemicznego w pewne specjalne części aparatury kwasoodpornej.
 5. Opracowanie i wprowadzenie do przemysłu metod wytwarzania żeliwa ciągliwego czarnego. Brak właściwego wyposażenia w odlewniach żeliwa ciągliwego nie pozwala na razie na pełne wykorzystanie zalet tej jego odmiany, jest ona jednak powszechnie produkowana, co pozwala osiągać pewne oszczędności i daje podstawę do dalszych ulepszeń i rozwoju metody.
 6. Wykonano cały szereg wartościowych prac nad badaniem piasków i typowaniem najważniejszych receptur mas formierskich. Prace te pozwoliły ocenić wartość poszczególnych miejsc wydobywania piasków i glin, określić na nie warunki techniczne, a także ustalić praktyczne metody badania i kontroli piasków, glin i mas formierskich w odlewniach.
 7. Opracowanie i wprowadzenie do przemysłu metod wytwarzania precyzyjnych odlewów stalowych (narzędzi skrawających) metodą traconego wosku i metodą formowania w piasku. Wyeliminowano przy tym stosowanie trudno dostępnego krzemianu etylu, zastępując go z powodzeniem, wzorem niektórych odlewni radzieckich, szkłem wodnym. Odlewanie narzędzi stosowane jest już w niektórych zakładach przemysłowych.
 8. Opracowanie metod wytwarzania odlewów precyzyjnych w formach skorupowych. I ten nowoczesny sposób produkcji odlewów o dokładnych wymiarach i gładkiej powierzchni zdołano już z korzyścią zastosować w praktyce przemysłowej (koszyczki do łożysk wałkowych maszyn rolniczych, części maszyn do sycia).
 9. Opracowanie i wprowadzenie do przemysłu metody produkcji bimetalicznych tulei łożyskowych (żeliwo — brąz).
 10. Opracowanie metodyki projektowania procesów technologicznych w odlewnictwie.
- Wymieniliśmy tu jedynie najważniejsze spośród bardzo licznych prac tego typu, a mianowicie te, które wywarły wpływ najbardziej wyraźny na kształtowanie się rozwoju metod wytwarzania odlewów w przemyśle.
- Instytut Odlewnictwa, prócz wyżej omówionych prac adaptacyjnych zdołał rozpocząć także (choć jeszcze w małym zakresie) pewne prace oryginalne, mające na widoku poszerzenie podstaw naukowych technologii wytwarzania odlewów. Tak więc badano zagadnienie płynności mas formierskich i zależność stopnia zagęszczenia masy od ciśnienia zagęszczającego. Badania te skorygowały pewne błędy, spotykane w literaturze i pozwoliły wprowadzić niektóre nowe pojęcia i nowe zależności.
- Prowadzono badania nad szybkościami czoła strumienia metalu, przepływającego przez przewody o małym przekroju. Praca ta, jak dotąd, pozwoliła ustalić charakter zależności pomiędzy ruchliwością metali stopionych, a temperaturą. Badano również wpływ promieniowania zwierciadła metalu ciekłego na górną ściankę wnęki formy podczas zalewania. Prowadzono doświadczenia zmierzające do wykrycia warunków powstawania erozji ścianek formy przez strumień metalu. Należałoby wyrazić pragnienie, ażeby Instytut Odlewnictwa w miarę możliwości rozszerzał tego rodzaju działalność, zmierzającą do oparcia procesów technologicznych odlewnictwa na podstawach naukowych.
- Pewne prace badawcze wykonywane są także i poza Instytutem Odlewnictwa. Tak więc Huta Małapanew przeprowadziła interesujące i użyteczne badania nad zastosowaniem gliniek bentonitowych jako lepiszcza syntetycznych mas formierskich na staliwo oraz badania nad zawartością i desorbcją wodoru w stali przy różnych warunkach wytopu.
- Katedra Technologii Metali Politechniki Wrocławskiej badała żeliwa żaroodporne o wysokiej zawartości aluminium. Politechnika Gliwicka pracowała nad wpływem modyfikacji żeliwa na trwałość odlanych z niego wlewnic.
- Komisja Wad Odlewniczych Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Odlewników Polskich opracowała systematykę wad odlewów ze staliwa, żeliwa szarego, żeliwa ciągliwego i metali nieżelaznych.
- Czy kierunki i sposób prowadzenia tych prac można uznać za właściwe. Wydaje się, że nie zupełnie. Zbyt mało zajmowano się wyjaśnieniem mechanizmu powstawania częściowej spotykanych wad odlewniczych. Zbyt wiele pracowano nad zagadnieniami szczególnymi obejmującymi swym zasięgiem tylko nieznaczny odsepek produkcji odlewniczej, zaniedbując prace, które by miały na celu podniesienie techniki wytwarzania odlewów zwykłych.
- W niektórych pracach opierano wnioski na zbyt szczupłej liczbie doświadczeń i nie zawsze

umiano dokonać właściwego wyboru warunków doświadczenia oraz osiągnąć wystarczającą stabilizację czynników, które w danej serii eksperymentów miały pozostać niezmiennymi.

Pozwalamy sobie wyrazić nadzieję, że placówki naukowe dążyć będą do usunięcia podobnych niedociągnięć na przyszłość.

Inwestycje i ich baza materialna

Już w pierwszej chwili po Wyzwoleniu dla ludzi zdających sobie sprawę ze znaczenia odlewnictwa w gospodarce narodowej i perspektyw jego rozwoju stało się jasnym, że konieczna będzie budowa szeregu nowych obiektów odlewniczych, a także przebudowa i uzupełnienie wyposażenia maszynowego odlewni istniejących.

Z inicjatywy Krakowskiego Zjednoczenia Przemysłu Odlewniczego stosunkowo bardzo wcześniej powstał zaczątek biura konstrukcyjnego maszyn odlewniczych. Równocześnie przystąpiono do utworzenia bazy produkcyjnej maszyn odlewniczych w Nowej Soli. Jest rzeczą zrozumiałą, że trudno było rozpocząć od konstrukcji oryginalnych. Zupełnie słusznie postanowiono stworzyć dokumentację techniczną najważniejszych elementów wyposażenia odlewni na podstawie znajdujących się w kraju okazów. Niestety dobór tych okazów był częściowo niezbyt trafny. Spowodowało to później konieczność równoległego prowadzenia prac konstrukcyjnych przez biura projektowe. Nie mniej początek był zrobiony. Skromne kilkuosobowe biuro konstrukcyjne Zjednoczenia Krakowskiego rozrosło się w silne Centralne Biuro Konstrukcyjne Maszyn i Urządzeń Odlewniczych w Krakowie.

Wydany w roku 1953 katalog maszyn odlewniczych CBKM i UO obejmuje już 48 pozycji najważniejszych elementów wyposażenia. Poza tym istnieją dokumentacje na kilkanaście typowych i znaczną liczbę specjalnych maszyn i urządzeń odlewniczych, sporządzone przez biura projektowe. Dorobek więc w tej dziedzinie jest bardzo poważny. Zgromadzenie takiego dorobku nie byłoby w tym stosunkowo krótkim czasie możliwe, gdyby nie pomoc w postaci wzorów i dokumentacji technicznej radzieckiej.

Adaptacja rysunków radzieckich, dostarczonych w ramach braterskiej pomocy ze strony Kraju Rad nie tylko pozwoliła w szybkim tempie przygotować produkcję najbardziej nowoczesnych i najlepszych elementów wyposażenia odlewniczego, ale stała się doskonałą szkołą dla naszych młodych konstruktorów.

Baza produkcyjna maszyn i urządzeń odlewniczych w Nowej Soli rozrosła się poważnie, a w roku 1952 została rozszerzona przez utworzenie Fabryki Maszyn Odlewniczych w Krakowie. Potencjał produkcyjny tych Zakładów można na obecnym etapie uważać za dostateczny dla zaspokojenia potrzeb inwestycyjnych i renowacyjnych odlewnictwa w zakresie maszyn i urządzeń typowych.

Nie ulega wątpliwości, że stworzenie w Polsce przemysłu maszyn odlewniczych jest poważnym osiągnięciem. Nie można jednak zamykać oczu na istotne usterki, które wciąż jeszcze wykazuje jego działanie. A więc przede wszystkim jakość wykonania szeregu wyrobów nie może być uważana za dostateczną. Większość produkowanych już od paru lat maszyn nie została dotychczas wyczerpująco zbadana. Brak wiarogodnych charakterystyk tych maszyn. W wielu wypadkach prawidłowe użytkowanie ich staje się możliwym dopiero po pewnych poprawkach dokonywanych na własną rękę przez użytkowników.

Toteż postawić trzeba weryfikację programowych typów maszyn i urządzeń odlewniczych jako najpilniejsze zadanie dla CBKM i UO oraz wytwórni. Trzeba stwierdzić, że prace w tym kierunku zostały rozpoczęte. Nie doprowadziły one jednak jeszcze poza sporadycznymi wypadkami do konkretnych wyników. Takie pozycje jak żeliwiaki z chłodzeniem wodnym, mieszarki 330 i 600, formierki FN, spulchniarki, oczyszczarki, kraty i inne, bądź wcale nie zostały zbadane, bądź też przeprowadzone badania nie doprowadziły do konkretnych wyników.

Pierwsze próby przebudowy starych odlewni, przeprowadzone przed rokiem 1949 były, trzeba to przyznać, dość niedołężne. Nie należy się temu dziwić. Nie było wszak ani odpowiedniej literatury, ani ludzi, którzy by w kierunku projektowania odlewni mieli jakiegokolwiek doświadczenie. I w tej dziedzinie sytuacja uległa radykalnej zmianie na skutek otwierających się możliwości wykorzystania doświadczeń radzieckich. Trzeba tu podkreślić ogromną rolę pierwszego podręcznika projektowania odlewni „*Osnovy projektirovaniia litiejnyh cehow*”. *Fantatowa*. Z tej książki czerpali nasi młodzi projektanci podstawowe wiadomości swej nowej specjalności, zanim jeszcze napływać zaczęły projekty odlewni, sporządzane w ramach współpracy przez radzieckie organizacje projektowe.

Praca wykonana przez projektantów odlewni w naszych biurach projektowych jest ogromna. Dziś już można powiedzieć, że stworzono swoisty styl czy szkołę projektowania odlewni dostosowaną do warunków polskich. Oczywiście nie są to jeszcze formy ostateczne i całkowicie wypracowane, tym bardziej, że nie ukończono jeszcze realizacji wielu spośród wykonanych projektów. Nie mniej z dumą możemy stwierdzić, że daleko pozostawiliśmy za sobą nieśmiałe próby okresu odbudowy. Z zadowoleniem możemy stwierdzić, że posiadamy już poważną kadrę należycie fachowo przygotowanych projektantów odlewni. Doświadczenie ich musi jeszcze ulec pogłębieniu przez obserwację pracy projektowanych obiektów, ale ten proces pogłębiania doświadczenia przebiega stale i szybko zacznie dawać wyniki.

Największe niedociągnięcia w akcji projektowania i budowy odlewni obserwować możemy na odcinku funkcjonowania urządzeń spe-

cjalnych (wybijanie odlewów, transport i przeróbka masy zużytej, odpylanie) oraz w zakresie szarmonizowania technologii z pracą zaprojektowanych i wybudowanych kompleksów urządzeń. Zarówno projektanci jak i inwestorzy zbyt mało uwagi poświęcają zagadnieniu opracowania technologicznego i oprzyrządowania produkcji, która ma być prowadzona w budowanych lub modernizowanych obiektach.

Te dwie przyczyny sprawiają, że wykorzystanie realizowanych inwestycji wciąż nie jest wystarczające. Stąd zadanie dla projektantów i inwestorów: baczniej obserwować pracę nowo instalowanych urządzeń i szybciej usuwać ich usterki oraz wcześniej i bardziej gruntownie przygotowywać technologię i oprzyrządowanie produkcji nowych obiektów.

Organizacja wytwarzania

Stare rzemieślnicze metody produkcji odlewów wystarczały aż do roku 1949. Do tego okresu nie odczuwano właściwie konieczności przystosowania organizacji produkcji w odlewniach do specyficznego charakteru procesów odlewniczych.

Odlewnie hutnicze musiały posługiwać się schematami, wynikającymi ze specyfiki głównych działów produkcji zakładów hutniczych.

Odlewnie zakładów mechanicznych, nieraz bardzo poważne, operowały systemami planowania, rozdziału prac i zarachowania produkcji wywodzącymi się wprost z warsztatów obróbki mechanicznej. Stąd do niedawna powszechnie, a gdzie nie gdzie i dzisiaj notatnik majstra stanowi podstawowe ogniwo dokumentacji produkcyjnej.

Takie pojęcia, jak opracowanie technologiczne produkcji były bądź w ogóle nieznane, bądź utożsamiane z czynnością szacunkowej kalkulacji czasów i wystawieniem kart roboczych lub nawet wprost wpisaniem czasów formowania do książki modeli (!).

Dzisiaj sytuacja na tym odcinku uległa pewnej poprawie przynajmniej w większych zakładach. W procesie krystalizowania się form przygotowania produkcji w odlewniach wielką rolę odegrało wprowadzenie wytwarzania szeregu asortymentów według technologii licencyjnej. Stosunkowo szybkie pokonanie trudności rozruchu skomplikowanej produkcji, dzięki zachowaniu od początku ścisłej dyscypliny technologicznej w stosunku do otrzymanych wypróbowanych opracowań radzieckich przekonało wielu konserwatywnych nawet odlewników o korzyściach, jakie daje nowoczesny styl pracy według zawczasu opracowanej technologii. Przekonano się również, że dla tego rodzaju pracy łatwiej i szybciej wyszkolić można formierzy.

Musimy jednak stwierdzić, że w większości wypadków nasze opracowania technologiczne nie są jeszcze ani jednolite ani pozbawione usterek zarówno formalnych jak i merytorycznych. Fakt ten nie powinien nikogo dziwić. Brak było dotąd ustalonej metodyki odlewniczych opra-

cowań technologicznych, brak technologów, przygotowanych do ich sporządzania. W tej sprawie przedsięwzięto planową akcję w postaci opracowania przez Instytut Odlewnictwa obszernej instrukcji obejmującej systematykę i formy dokumentacji technologicznej dla odlewni i modelarni. Częściowe wyniki prac nad instrukcją podawano do wiadomości w postaci referatów i artykułów, tak że mimo tego, że całość ma się dopiero ukazać — treść pracy została już częściowo wykorzystana w terenie.

Znacznie gorzej przedstawia się sprawa organizacji, planowania warsztatowego, rozdzielnictwa i zarachowania produkcji odlewniczej. Prowadzone przez Instytut Odlewnictwa od paru lat prace, mające na celu stworzenie jednolitych form tej organizacji dotąd nie doprowadziły do wyników i większość odlewni wciąż posługuje się organizacją niekompletną, nie przemyślaną i niejednokrotnie nielogiczną. Trafiają się na niektórych zakładach takie dziwolagi organizacyjne, jak np. powierzanie gospodarki modelarni i skrzynkami formierskimi organom ogólnej gospodarki narzędziowej zakładu mechanicznego z uniezależnieniem jej od Głównego Metalurga i Kierownictwa Odlewni. Uregulowanie tedy form organizacyjnych produkcji odlewniczej w sposób zgodny z jej specyfiką zaliczyć należy do zagadnień palących. Należy wyrazić nadzieję, że powołanie do życia Instytutu Organizacji Przemysłu Maszynowego przyczyni się do przyspieszenia rozwiązania tego ważnego zagadnienia.

Równolegle rozwiązana być musi sprawa właściwego ustawienia kalkulacji i rachunkowości kosztów własnych w odlewniach, opartych dotąd na niewłaściwych zasadach. Obecna forma kalkulacji kosztu własnego odlewów czy to planowej, czy wynikowej nie daje żadnego materiału do analizy ekonomicznej strony procesów technologicznych i formułowania zadań oszczędnościowych. W świetle uchwał II Zjazdu PZPR niezwłoczne odrobienie zaniedbań w tej dziedzinie wysuwa się na plan pierwszy. Hasło „Technicy frontem do rachunkowości“ staje się w związku z tym hasłem dnia.

Technika produkcji

Osiągnięcia nasze w zakresie techniki produkcji odlewniczej usystematyzować i opisać można w sposób następujący:

1. Mechanizacja

Zaprojektowano i rozpoczęto budowę całego szeregu odlewni o pełnej mechanizacji, obecnie jednak wkraczamy dopiero w okres ich uruchamiania. Jak dotąd czynna jest dopiero jedna odlewnia zaopatrzona w przenośnik form. Nie minie jednakże rok, a czynnych będzie już kilka takich odlewni. W całym natomiast szeregu zakładów odlewniczych i to zarówno nowych jak i starych zastosowano mechanizację częściową. Obejmuje ona takie elementy, jak zcentralizowany przerób i przenośnikową dystrybucję mas formierskich, zastosowanie kole-

jek wiszących do zalewania, centralny zasyp wsadów do żeliwiaków, transport form na przenośnikach wałkowych itp. Możemy stwierdzić, że „mała mechanizacja“ zaczyna w konserwatywnych nawet odlewniach znajdować coraz więcej zwolenników.

2. Stabilizacja procesów technologicznych

W tej dziedzinie do najważniejszych osiągnięć zaliczyć trzeba zastosowanie mas syntetycznych, które przyjęły się już całkowicie w szeregu zakładów. Na przeszkodzie szerszemu ich rozpowszechnieniu stoi niedoskonałość organizacji dostaw jednolitych, odpowiedniej jakości piasków kwarcowych i glin wiążących, a także brak aparatury laboratoryjnej do kontroli jakości mas formierskich. Fakt, że Centralny Zarząd Odlewnictwa nie potrafił mimo wielokrotnych zapowiedzi w ciągu blisko 3 lat uruchomić produkcji tej aparatury musi być podkreślony z głębokim smutkiem. W celu zapewnienia odlewnikom zaopatrzenia w odpowiednie materiały formierskie, powołano w 1951 r. „Biuro Dostaw Odlewnictwa“, które jednakże jak dotąd wypełnia swoje zadania tylko częściowo.

Wiele odlewni zaopatrzone w laboratoria chemiczne, poddając badaniu i przebudowie ich instalacje żeliwiakowe. Pozwoliło to poprawić nieco stopień stabilizacji procesów wytopu i podwyższyć jakość i jednolitość wytwarzanego żeliwa. Nie mniej na tym polu wiele jeszcze pozostaje do zrobienia.

Zakłady, które otrzymały zadania polegające na uruchomieniu produkcji odlewów o wyraźnych wymaganiach co do dokładności wymiarów, poczyniły znaczne postępy w stosowaniu przyrządów do kontroli form i rdzeni. Wciąż jednak jeszcze dają się zauważyć silne opory w stosunku do szerszego wykorzystania tych nowoczesnych zabiegów produkcyjnych. Istnieją niestety jeszcze dość liczne wypadki, gdzie w produkcji masowej, prowadzonej od paru lat wymaganą dokładność wymiarów osiąga się w drodze dodatkowych operacji obróbki maszynowej lub ręcznego zeszlifowywania umyślnie pozostawionych nadadków. Zastosowanie dokładnego formowania w celu zmniejszenia nadadków na obróbkę oraz nadwagi odlewów należy wciąż jeszcze do rzadkości. Sens uchwał II-go Zjazdu nakazuje niezwłoczną zmianę stanowiska odlewników w tej sprawie.

3. Zastosowanie specjalnych sposobów odlewania

Wzorem odlewników Związku Radzieckiego wprowadzono w kilkunastu odlewniach kokilowe odlewanie żeliwa. Do opanowania zasad konstrukcji kokil przyczyniły się udane prace Instytutu Odlewnictwa i CBKM i UO. Produkcja odlewów kokilowych z żeliwa znajduje się obecnie na poziomie około 4000 ton rocznie i wykazuje tendencję wzrostu. W kilku zakładach wprowadzono precyzyjne odlewanie narzędzi skrawających ze stali szybko tnącej. Wyraźne postępy czyni wykorzystanie w przemy-

śle formowania skorupowego, które wprowadza się obecnie w kilku zakładach.

Opracowano i znacznie posunięto wykonanie prototypu maszyny do odlewania odśrodkowego żeliwnych rur cienkościennych. W niedługim czasie rozpoczęte zostaną próby. Zastosowano odśrodkowe odlewanie tulei bimetalicznych. Znacznie rozszerzono produkcję rur wodociągowych metodą de Lavaud.

Stworzono poważną bazę produkcji odlewów ciśnieniowych. W CBKM i UO wyrósł mocny i stojący na wysokim poziomie dział projektowania form ciśnieniowych.

Jako niedociągnięcia w dziedzinie wprowadzania specjalnych sposobów odlewania wymienić należy zbyt powolne tempo realizacji i niedostateczne przestudiowanie ekonomicznej strony nowych procesów.

4. Bezpieczeństwo i higiena pracy

Racjonalne zasady budownictwa nowych odlewni i modernizacja obiektów starych wywołały same przez się poważną poprawę przeciętnych warunków pracy w odlewniach. Mechanizacja zarówno pełna jak i częściowa pozwoliła ograniczyć zakres robót ciężkich. W konstrukcji nowych typów maszyn i urządzeń odlewniczych starano się uwzględniać jak najszerzej wymagania bezpiecznej pracy i ograniczenia wysiłku fizycznego robotnika.

Trzeba jednak zaznaczyć, że dotąd nie umiano należycie zrealizować przewietrzania i ogrzewania hal odlewniczych, a także miejscowego odpylania urządzeń, przy pracy których wydzielają się większe ilości pyłu. Jest to problem trudny i skomplikowany, ale skuteczne jego rozwiązanie staje w rzędzie najpilniejszych zadań projektantów i wytwórców urządzeń klimatyzacyjnych.

5. Kadry

Od pierwszych prawie dni po Wyzwoleniu właściwie rozumiano znaczenie szkolenia kadr odlewniczych. Już w roku 1945 powstała szkoła zasadnicza w Węgierskiej Górze. Tamże przeprowadzono kursy dla mistrzów odlewniczych. Na wzmiankę zasługuje również zorganizowanie odlewniczego ośrodka szkoleniowego w Nowej Soli, który powstawał równolegle z uruchamianiem zakładu. Przy organizowaniu szkolnictwa zawodowego w skali ogólnokrajowej należy uwzględnić średnie i zasadnicze szkolnictwo odlewnicze. Obecnie istnieje ponad 25 Wydziałów odlewnictwa w szkołach zasadniczych i ponad 10 w technikach. Programy tych szkół opracowane zostały przy udziale grupy członków STOP. Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego i Państwowe Wydawnictwa Techniczne wydały już szereg podręczników, częściowo w postaci tłumaczeń z języka rosyjskiego, częściowo jako prace oryginalne. Kilka poważnych pozycji znajduje się obecnie w druku. Jednak ani akcji ulepszania programów nauczania, ani sprawy właściwych podręczników nie można uważać za zakończoną.

Pozostaje do załatwienia opracowanie i wykonanie kompletów metodycznie zaprojektowanych pomocy szkolnych, głównie w postaci tablic. Wykonano kilka dobrze pomyślanych filmów instruktażowych z dziedziny odlewnictwa, które stanowią cenną pomoc zarówno w pracy szkolnej jak i w akcji doskonalenia kwalifikacji kadr pracujących.

Nie mniej uwagi poświęcono sprawie szkolenia kadr inżynierskich specjalności odlewniczej. Nie podobna nie podkreślić mądrej i dalekowzrocznej akcji grona odlewników krakowskich, którzy już w pierwszym okresie po Wyzwoleniu kierowali dyplomantów Wydziału Hutniczego Akademii Górniczo-Hutniczej do przodujących odlewni na praktyki dyplomowe i czynili skuteczne starania o utworzenie Wydziału Odlewnictwa. Ci sami koledzy zorganizowali szkolenie specjalistów w dziedzinie odlewnictwa ciśnieniowego w czasie, kiedy jeszcze nikt u nas nie myślał o uruchamianiu tego typu odlewni.

Głównie dzięki tej akcji myśl wyodrębnienia odlewnictwa w osobną dziedzinę wyższych studiów technicznych zyskała zwolenników. Prócz Wydziału Odlewnictwa na AGH powstały sekcje odlewnicze na Politechnikach w Łodzi, Gliwicach i Wrocławiu.

Do chwili obecnej przemysł został zasilony sporą liczbą młodych inżynierów, którzy otrzymali specjalne wykształcenie w zakresie odlewnictwa. Częściowe zaspokojenie potrzeb w tej dziedzinie zostało więc zapewnione.

Trzeba jednak zaznaczyć, że nie uczyniono jeszcze w tym zakresie wszystkiego, co uczynić należało. Postanowienie Uchwały Prezydium Rządu z dnia 28. IV. 1951 o utworzeniu Wydziału Odlewnictwa na Politechnice Warszawskiej nie zostało dotąd wykonane. Brak ośrodka (oddziału, sekcji) który by szkolił konstruktorów maszyn i urządzeń odlewniczych i inżynierów ruchu dla zmechanizowanych odlewni. Wykłady Odlewnictwa dla Wydziałów Mechanicznych nie wszędzie są postawione na właściwym poziomie.

Mgr inż. ZBIGNIEW GÓRNY
i mgr inż. KRZYSZTOF RUTKOWSKI

621.74:669.35.004.18

Stopy zastępcze brązów cynowych stosowanych w odlewnictwie

W związku ze wzrastającym zapotrzebowaniem na wysokojakościowe stopy miedzi, a brązy cynowe w szczególności, podano szereg zasadniczych wiadomości na temat własności zastępczych stopów miedzi stosowanych w odlewnictwie, jak również podano kryteria racjonalnego ich odbioru i zastosowania.

Problem braku cyny i miedzi do produkcji brązów cynowych przybrał obecnie rozmiary światowe, toteż celem ograniczenia ich zużycia coraz szerzej wprowadza się tzw. stopy zastępcze. Idealnymi z punktu widzenia ekonomii stopami zastępczymi byłyby w tym wypadku stopy nie zawierające w ogóle cyny

Ogromny postęp mamy do zanotowania w dziedzinie akcji organizowania środków podnoszenia kwalifikacji kadr inżyniersko-technicznych. Głównym organizatorem tej akcji jest Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Odlewników Polskich, które powstało jako samodzielne stowarzyszenie dopiero w r. 1951, a obecnie liczy już 2500 członków, zorganizowanych w 18 oddziałach terenowych. Dzięki staraniom STOP poważnie rozwinęto działalność wydawniczą w zakresie odlewnictwa oraz zorganizowano szereg konferencji naukowo-technicznych na aktualne tematy, jako też kilka kursów specjalnych dla pracowników odlewni. Jednym z dowodów dużego zainteresowania sprawami odlewnictwa w świecie technicznym jest wzrost nakładu „Przeglądu Odlewnictwa” z 1400 do 2400 egzemplarzy.

Są to ważne osiągnięcia, ale i tu nie wolno pomijać podkreślenia pewnych niedociągnięć. Akcja wydawnicza rozszerza się mimo wszystko niedostatecznie. Kolportaż zarówno wydawnictw książkowych jak i „Przeglądu Odlewnictwa” nie jest wystarczająco sprawny. Koła Zakładowe STOP wykazują w wielu przypadkach niedostatecznie żywą działalność. Należy niezwłocznie podjąć energiczne kroki w kierunku usunięcia tych niedociągnięć.

Zakończenie

Partia i Rząd Polski Ludowej stworzyły dla rozwoju odlewnictwa wyjątkowo pomyślne warunki, prawie dokładnie odpowiadające desideratom wysuniętym przez I Krajowy Zjazd Odlewników w grudniu 1949 r. Korzystając z wydatnej pomocy Państwa ogół odlewników wypełnił w zasadzie swe zadania, wynikające z planów gospodarczych. Nie wolno jednak zamykać oczu na liczne jeszcze niedociągnięcia naszej pracy. Do najważniejszych z nich należą nadmierny wciąż odsetek braków, niedostateczna jakość odlewów i zbyt wysokie koszty wytwarzania. Akcję stopniowego usuwania tych niedociągnięć prowadzić trzeba planowo w każdym zakładzie i na każdym stanowisku pracy, wkładając w nią maksimum wysiłku i energii.

i miedzi (żeliwo specjalne, stopy cynku i aluminium); jednakże, ze względu na zespół wyjątkowo cennych własności reprezentowanych przez brązy cynowe, produkcja i dobór takich stopów są bardzo trudne. Mimo daleko posuniętych prac nad tworzywami zastępczymi nie zawierającymi miedzi i cyny, całkowite wyrugowanie brązów cynowych na tej drodze okazało się w praktyce niemożliwe, a decydującą rolę, jako ich stopy zastępcze, grają obecnie oszczędnościowe stopy miedzi. Spośród tych ostatnich największy efekt ekonomiczny dają mosiądze specjalne, nieco mniejszy brązy spe-

Skład chemiczny oszczędnościowych stopów miedzi

Nazwa	Oznaczenie	S k ł a d c h e m i c z n y %										Norma
		Cu	Sn	Zn	Pb	Al	Si	Mn	Fe	As	Ni	
Mosiądze manganowe	CuZn43Mn4Fe1	53÷58	—	reszta	—	—	—	3,0÷4,0	0,5÷1,5	—	—	Projekt. PN/H-87025 GOST 1019-47
	CuZn36Mn2Sn2Pb2	56÷60	1,5÷2,5	reszta	1,5÷2,5	—	—	1,5÷2,5	—	—	—	
Mosiądze aluminiowe	CuZn31Al2,5	66÷68	—	reszta	—	2,0÷3,0	—	—	—	—	—	Projekt PN/H-87025 GOST 1019-47
	CuZn38Al1Fe1	58÷61	—	reszta	—	0,75÷1,5	—	—	0,75÷1,5	—	—	
Mosiądze krzemowe	CuZn16Si4	79÷81	—	reszta	—	—	2,5÷4,5	—	—	—	—	Projekt PN/H-87025 " "
	CuZn14Si3Pb3	79÷81	—	reszta	2,0÷4,0	—	2,5÷4,5	—	—	—	—	
Brązy aluminiowe	CuAl10Fe4Ni4	reszta	—	—	—	9,5÷11	—	—	3,5÷5,5	—	3,5÷5,5	Projekt PN/H-87050 " " " "
	CuAl10Fe3Mn1,5	reszta	—	—	—	9÷11	—	1÷2	2÷4	—	—	
	CuAl9Fe4	reszta	—	—	—	8÷10	—	—	2÷4	—	—	
Brązy krzemowe	CuSi3Mn1	reszta	—	—	—	—	2,8÷3,5	1÷1,5	—	—	—	" " " " " "
	CuSi3Zn3Mn1	reszta	—	3÷5	—	—	3÷4	0,5÷1,5	0,5÷1,2	—	—	
	CuSi4Fe2	reszta	—	—	—	—	4÷5	—	1÷2,5	—	—	
Brązy ołowiane	CuPb30	reszta	—	—	27÷33	—	—	—	—	—	—	" " Nieznormalizowany ZSRR " " " "
	CuPb20Mn8	reszta	—	—	18÷22	—	—	7÷8,5	—	—	—	
	CuPb18As4	reszta	—	—	16÷20	—	—	—	—	3,5÷4,5	—	
	CuPb25Mn5Ni1,5	reszta	—	—	23÷27	—	—	4,5÷5,5	—	—	1÷2	

cialne, a najmniejszy brązy cynowe z dodatkami fosforu, cynku i ołowiu.

Istotny efekt oszczędnościowy uzyskać można tylko na drodze właściwego doboru tworzywa zastępczego, opartego na gruntownej znajomości tworzyw zastępczych i zastępowanych (tablica 1 i 2).

Tabela 2

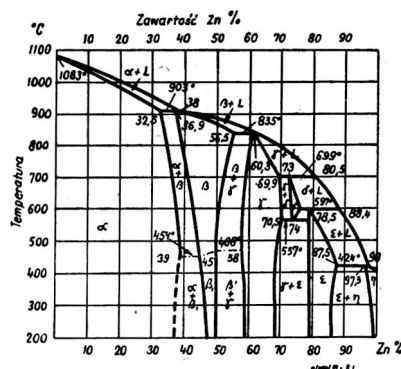
Własności oszczędnościowych stopów miedzi

Oznaczenie stopu	Temperatura		R _r	a ₅	c	Q	U	H _B
	likwidu	odlewanie						
	°C	°C						
Mosiądze specjalne								
CuZn43Mn4Fe1		1000	50	15				100
CuZn36Mn2Sn2Pb2		1050	30	5				90
CuZn31Al2,5	995	1050	35	14				90
CuZn38Al1Fe1	904	1100	40	19				90
CuZn16Si4	900	950	28	13		16	14	90
CuZn14Si3Pb3	900	950	28	11		14	4	90
Brązy specjalne								
CuAl9Fe4	1084	1120	40	10		20	6	110
CuAl10Fe3Mn1,5	1045	1120	50	20		16	7	120
CuAl10Fe4Ni4	1040	1120	63	8	12	60	4	170
CuSi3Mn1	1025	1080	35	25		10	15	90
CuSi3Zn3Mn1		1040	25	10				90
CuSi4Fe2		1040	30	15				100
CuPb30	995		8	5				0,6
CuPb20Mn3	885	1150	17	12	13	10	1,0	52
CuPb18As4	960	1060	16	15	6	9	0,6	40

Mosiądze specjalne

Nazwą mosiądze specjalne określa się liczną grupę stopów miedzi, których głównym składnikiem stopowym jest cynk, dodatkami zaś Al, Mn, Si, Fe, Pb, Ni, Sn itp. Wprowadzanie do mosiَادzów dodatków stopowych daje szerokie możliwości podwyższenia ich własności i obniżenia zawartości deficytowej miedzi, toteż ilość stosowanych obecnie mosiَادzów specjalnych jest olbrzymia, a zakres ich zastosowania stale wzrasta. Dzięki swym zaletom mosiَادze spe-

cialne wyparły prawie ze wszystkich dziedzin mosiَادze zwyczajne i coraz częściej z powodzeniem konkurują z mniej ekonomicznymi brązami. Wpływ dodatków stopowych na własności mosiَادzów zwyczajnych zachodzi stosownie do ich rodzaju, ilości i rozpuszczalności, na drodze zmian struktury i składu chemicznego stopów. Wchodząc w skład mosiَادzów, dodatki przesuwają na ogół i zężają zakresy istnienia faz strukturalnych układu podwójnego Cu-Zn (rys. 1) w stronę większych zawartości miedzi,



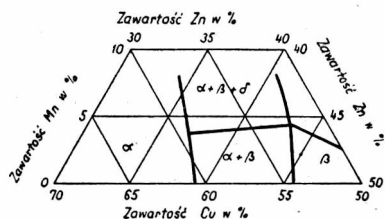
Rys. 1. Układ Cu-Zn

nadając mosiَادzom wyższe własności wytrzymałościowe i mniejszą nieco plastyczność w temperaturach normalnych. Z tych względów stosuje się mosiَادze specjalne przeważnie na odlewy, a plastycznie przerabia się je tylko na gorąco. Spośród wielu rodzajów mosiَادzów specjalnych, jako stopy zastępcze brązów cynowych najczęściej rozpowszechnione i przydatne są mosiَادze manganowe, aluminiowe i krzemowe.

Mosiَادze manganowe

Mangan odznacza się szczególnie dużą rozpuszczalnością w mosiَادzach i niewielkim przesunięciem zakresu istnienia ich faz strukturalnych (rys. 2). Dopiero przy zawartości powyżej

4% Mn pojawia się w mosiądzach o zawartości powyżej 38% Zn nowy składnik struktury, faza „ δ ”. Dodatki manganu do mosiądźców o strukturze α podwyższają ich własności mechaniczne, a obniżają plastyczne, natomiast w mosiądźcach o strukturze $\alpha + \beta'$ i β' , wzrasta również plastyczność. Wpływ fazy δ na własności



Rys. 2. Układ Cu-Zn-Mn

mechaniczne mosiądźców manganowych nie został dotychczas zbadany. Cenną własnością mosiądźców manganowych jest zdolność zachowania wysokich własności mechanicznych w temperaturach do 300°C oraz odporność na korozję atmosferyczną, wody zwykłej, morskiej, kwasu solnego, chlorków, pary przegrzanej, wielu innych czynników chemicznych oraz działanie erozji kawitacyjnej.

W stopach odlewniczych mangan spełnia korzystnie rolę odtleniacza, jednakże pogarsza nieco leżność i gładkość powierzchni odlewów.

Trójskładnikowe mosiądźce manganowe stosowane są w praktyce bardzo rzadko, najczęściej wprowadza się do nich jeszcze dodatki żelaza, aluminium, ołowiu, niklu i cyny. Dodatki żelaza występują w mosiądźcach manganowych w postaci odrębnych faz powodując drobnoziarnistość i jednorodność ich struktury, zwiększają nieco własności wytrzymałościowe, a obniżają plastyczne i odporność na korozję. Ołów polepsza skrawalność i własności przeciwcierne. Dodatki cyny i niklu, jakkolwiek powodują duży wzrost odporności na korozję, stosowane są rzadziej, ze względu na wysoką cenę tych metali.

Spółród wielu złożonych mosiądźców manganowych dwa zostały wielokrotnie wypróbowane jako materiał zastępczy brązów cynowych:

Mosiądz CuZn43Mn4Fe1

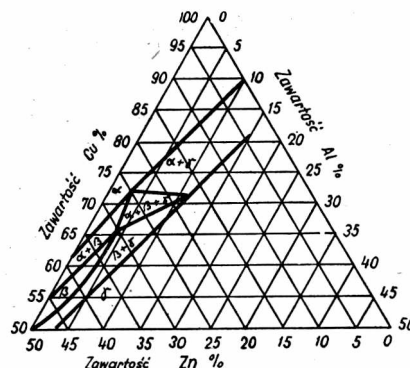
Mosiądz ten stosowany jest często na odlewy do form metalowych i piaskowych jako materiał zastępczy brązów cynowych (CuSn10) i mosiądźców wysokomiedziowych. Produkuje się z niego odlewy śrub okrętowych wszelkich wielkości, korpusy i obudowy syren i busoli i inne części osprzętu morskiego, osprzęt wodny i parowy narażony na ciśnienia do 100 atm i 300°C, tuleje dławnic, kołnierze rur, łączniki, korpusy zaworów, różne elementy maszyn jak koła zębate, ślimaki, ślimacznice, sworznie, nakrętki, pierścienie zaciskowe, różnego rodzaju elementy konstrukcji płotowców oraz urządzenia narażone na korozję, erozję i ścieranie, jak cylindry sprężarek oraz mniej obciążone łożyska stopowe i tulejki łożysk ślizgowych.

Mosiądz CuZn36Mn2Sn2Pb2

Jako materiał zastępczy brązów cynowych (CuSn10) oraz cynowo-fosforowych (CuSn10P1) mosiądz ten stosowany jest do produkcji części napędu i osprzętu okrętów, osprzętu wodnego, gazowego, parowego i chemicznego, części maszyn jak koła zębate, ślimaki, ślimacznice, trzpienie itp. W zastosowaniu na panewki i tulejki łożysk mosiądz ten zastępować może brązy cynowe w warunkach obciążeń statycznych przy $p \cdot v \leq 100$, a przy obciążeniach zmiennych, gdy $p \cdot v \leq 60$.

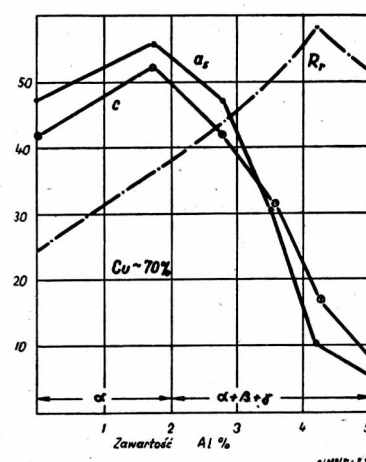
Mosiądźce aluminiowe

Aluminium jako dodatek wchodzący w skład mosiądźców wywiera bardzo duży wpływ na ich strukturę i wszystkie własności (rys. 3).



Rys. 3. Układ Cu-Zn-Al

Dodatek aluminium do mosiądźców o składzie chemicznym odpowiadającym zakresowi struktury α , podwyższa wszystkie własności mechaniczne oraz plastyczność w temperaturach normalnych i wyższych. Mosiądźce aluminiowe o składzie chemicznym odpowiadającym zakresowi struktury ($\alpha + \beta'$) odznaczają się wysoką twardością, niską natomiast plastycznością, zwłaszcza w normalnych temperaturach. Je-



Rys. 4. Wpływ Al na własności mechaniczne mosiądzu CuZn30

szcze większa zawartość aluminium lub cynku wywołuje powstanie składnika struktury γ , powodującego całkowitą kruchość i nieprzydatność stopów do celów praktycznych (rys. 4).

Aluminium nadaje mosiądzom również szereg korzystnych własności technologicznych, zwiększając bardzo znacznie ich odporność na korozję i erozję czynników ciekłych i gazowych (powietrze, woda morska, gazy spalinowe, chemikalia) w temperaturach normalnych i wyższych. Podczas topienia i odlewania aluminium zmniejsza straty utleniania i parowania cynku, jak również absorpcję gazowych zanieczyszczeń.

Podobnie jak w wypadku mosiądzów manganowych, niewielka tylko ilość trójskładnikowych mosiądzów aluminium znalazła zastosowanie jako stopy zastępcze brązów cynowych. Dużo lepsze własności i szersze zastosowanie wykazują złożone mosiądze aluminium, zawierające dodatki Mn, Fe, Pb itd. Złożone mosiądze aluminium wykazują bardzo wysokie własności wytrzymałościowe, mniejszą natomiast plastyczność i leżność, stosowane są też z tego powodu przeważnie do przeróbki plastycznej na gorąco.

Mosiądz CuZn36Al12,5

Ten najkorzystniejszy ze względu na wysokie własności prosty mosiądz aluminium, stosowany być może zamiast brązu CuSn10 w stanie lanym i przerobionym plastycznie na różne części maszyn, osprzęt okrętowy i chemiczny, pracujący w korodujących warunkach.

Mosiądz CuZn36Al1Fe1

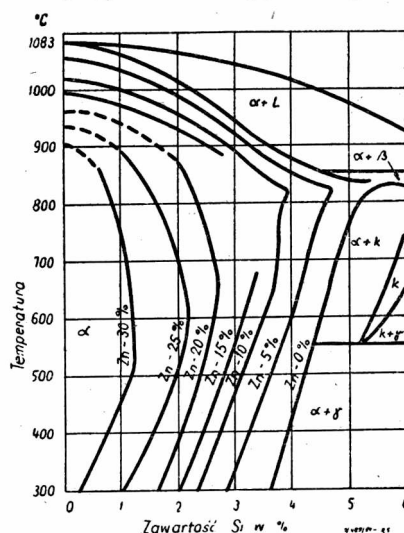
Jako stop zastępczy brązów cynowych stosowany jest na odlewy różnego rodzaju części osprzętu morskiego i wodnego oraz mniej odpowiedzialnych panewek i tulei łożyskowych.

Do stopów zastępujących brązy cynowe zaliczyć można również mosiądze aluminiumo-manganowe, względnie manganowo-aluminiowe, jak np. radziecki stop Ł Mc 57-3-1 (Cu57-Mn3Al1) i niemiecki SoMs58Al1 (Cu58Al1-Mn2). Stopy te przeznaczone są zasadniczo do przeróbki plastycznej na gorąco, lecz stosuje się je również w odlewnictwie na elementy narażone na ścieranie i korozję, części maszyn i osprzętu przemysłu maszynowego, chemicznego i elektrotechnicznego. Szerokie zastosowanie znajdują również te mosiądze na wysokoobciążone części konstrukcji okrętów i pojazdów mechanicznych.

Mosiądze krzemowe

Intensywny wpływ krzemu na strukturę, a pośrednio i własności mosiądzów ogranicza w dużym stopniu możliwości stosowania dodatków krzemu w mosiądzach o większej zawartości Zn. Stosowane w praktyce mosiądze krzemowe zawierają zazwyczaj powyżej 75% miedzi. Wpływ krzemu na strukturę mosiądzów wskazuje rys. 5. Dodatki krzemu odpowiadające zakresowi stopów CuZnSi o strukturze α powodują wzrost własności wytrzymałościowych i plastycznych. Stopy o składzie odpowiadającym zakresowi struktur mieszanych, w których skład wchodzi kruche fazy β CuZnSi i γ CuSiZn wykazują w miarę wzrostu zawartości Si wzrost własności wytrzymałościowych kosztem plastycznych, a następnie zupełną kruchość.

Jako stopy zastępcze brązów cynowych stosuje się w praktyce tylko dwa mosiądze, z czego jeden zwykły krzemowy, a drugi krzemowo-



Rys. 5. Układ Cu-Zn-Si

ołowiowy. Innych poza ołowiem dodatków stopowych do mosiądzów krzemowych nie stosuje się.

Mosiądz CuZn16Si4

Stop ten nadaje się zamiast brązu CuSn10 na odlewy do form piaskowych i metalowych oraz przeróbkę plastyczną na zimno i gorąco na osprzęt morski, parowy i wodny (do 25 atm), elementy w budowie okrętów, maszyn i aparatury. Odporny jest na działanie niskich temperatur (-183°C), korozji wody morskiej i czynników chemicznych.

Mosiądz CuZn14Si3Pb3

W postaci odlewów do form piaskowych i metalowych stop ten stosowany bywa zamiast brązu CuSn10 na łożyska wspornikowe silników elektrycznych, a zamiast brązów CuSn6Zn6Pb3 i CuSn5Zn5Pb5 na łożyska wolno- i średniobieżne, pracujące przy średnich obciążeniach ($p \cdot v \leq 30 \div 40$).

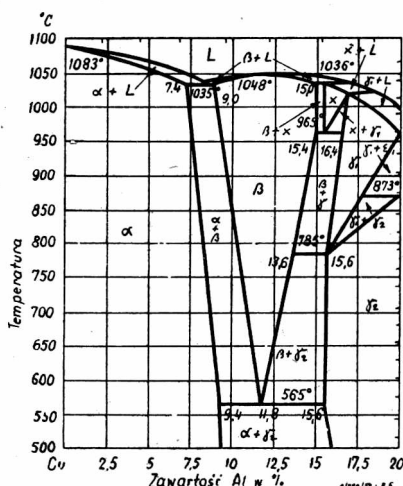
Brązy specjalne

Nazwa brąz oznacza wszystkie poza mosiądzami stopy miedzi z tym, że brązami specjalnymi nazywamy brązy nie zawierające cyny. Podobnie jak i mosiądze specjalne, stopy te powstały w ostatnim wieku, gdy na zasadzie analogii ze stałą zaczęto wprowadzać do stopów miedzi inne metale, początkowo w charakterze odtleniaczy, a później dodatków stopowych. Brązy specjalne wykazały tak cenne własności, że w krótkim czasie osiągnęły szerokie zastosowanie i stały się niezbędne w technice. W ostatnich czasach ze względu na brak cyny zaczęto je stosować zamiast brązów cynowych. Najszersze zastosowanie jako stopy zastępcze brązów cynowych znalazła grupa brązów aluminium, krzemowych i ołowiowych.

Brązy aluminium

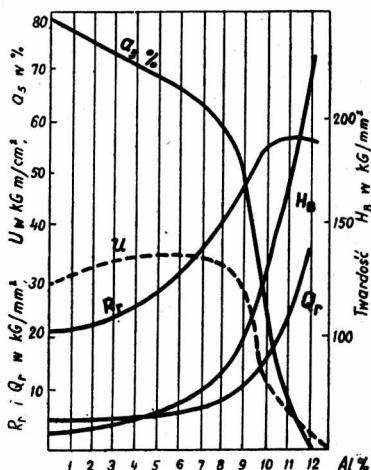
Mianem brązów aluminium określa się grupę stopów miedzi z aluminium, które mogą

zawierać ponadto dodatki stopowe żelaza, manganu i niklu. Zawartość aluminium w praktycznie stosowanych brązach nie przekracza 10%, zaś pozostałych składników 6%. Pod względem struktury stopy te, zależnie od składu chemicznego i szybkości chłodzenia dzielą się na jednofazowe α , dwufazowe ($\alpha + \gamma$) oraz dwufazowe ($\alpha + \beta$), otrzymywane na drodze obróbki termicznej lub szybkiego chłodzenia (rys. 6).



Rys. 6. Układ Cu-Al

Wpływ składu chemicznego i struktury na własności brązów aluminiowych wskazuje rysunek 7. Własności wytrzymałościowe brązów aluminiowych nie wiele się zmniejszają w tem-



Rys. 7. Własności mechaniczne brązów aluminiowych

peraturach wyższych, a w niższych są zdecydowanie większe. Prócz tego, brązy aluminiowe odznaczają się dobrymi własnościami zmęczenia, dużą odpornością na korozję oraz przydatnością do przeróbki plastycznej. Dość poważne trudności technologiczne występują przy odlewaniu i spawaniu brązów aluminiowych, związane z dużym skurczem, wąskim zakresem krzepnięcia i skłonnością do tworzenia dużych ilości trudnooddzielającego się żużla.

Podobnie jak w wypadku innych stopów miedzi, podwójne-proste brązy aluminiowe ustępują pod względem własności i możliwości zastosowania brązom aluminiowym złożonym. Naj-

częściej stosowanym dodatkiem stopowym brązów aluminiowych jest żelazo, które nieznacznie tylko rozpuszcza się w brązach, a przeważnie występuje w postaci związków międzymetalicznych (Fe_2Al_7 , $FeAl_3$ itp.) nadających strukturze drobnoziarnistość. Dodatki manganu mają na celu podwyższenia własności przeciwciernych i korozyjnych, oraz stabilizację ich w temperaturach podwyższonych. Cennym dodatkiem stopowym brązów aluminiowych jest nikiel. Powoduje on wzrost własności mechanicznych, odporności na korozję czynników chemicznych oraz działanie wyższych temperatur.

Brąz $CuAl9Fe4$

Brąz ten odznacza się wysokimi własnościami wytrzymałościowymi, przeciwciernymi i odpornością na korozję i stosowany jest jako stop zastępczy brązów cynowych $CuSn10$; $CuSn13$, $CuSn16$ i $CuSn20$, brązów cynowych z dodatkami cynku, fosforu i ołowiu jak $CuSn10Pb10$, $CuSn10P1$, $CuSn6Zn6Pb3$, $CuSn5Pb25$ itp., oraz innych droższych brązów specjalnych, jak np. $CuAl10Fe4Ni4$, na części łożysk pracujących przy wysokich naciskach jednostkowych i niskich prędkościach ($v \leq 2,5$ m/sec i $p \cdot v \leq 75$ do 100), części maszyn jak koła zębate, prowadnice, przekładnie i części rozrzadu, części pomp kopalnianych, śruby okrętowe, osprzęt parowy, wodny i specjalny, wreszcie w budowie silników samolotowych (siedliska zaworów, wałki, tulejki).

Brąz $CuAl10Fe3Mn1,5$

Podobnie jak brąz poprzedni odznacza się on wysokimi własnościami wytrzymałościowymi, odpornością na korozję chemiczną, dostatecznymi własnościami przeciwciernymi oraz wysokimi własnościami mechanicznymi w temperaturach podwyższonych. W miejsce brązów cynowych stosowany być może na części maszyn (koła zębate, ślimaki, ślimacznice, nakrętki, wałki), elementy łożyskowe (tulejki, panewki, łożyska wahliwe), śruby okrętowe, elementy pomp i turbin, osprzęt chemiczny oraz części maszyn pracujące w temperaturach wyższych (zawory, tulejki, sworznie itp.).

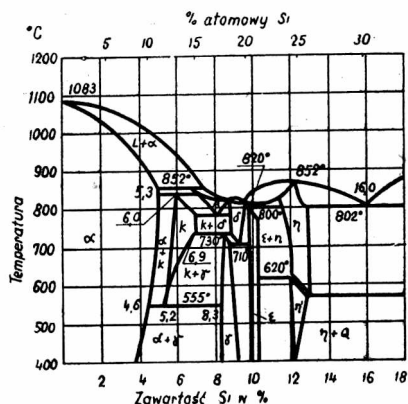
Brąz $CuAl10Fe4Ni4$

Pod względem własności i możliwości zastosowania brąz ten jest najwięcej wartościowy spośród wszystkich brązów aluminiowych. Odznacza się on wysokimi własnościami mechanicznymi w temperaturach normalnych i podwyższonych oraz dużą odpornością na ścieranie i korozję. Zamiast brązów cynowych $CuSn10$, $CuSn13$ i $CuSn20$ stosowany być może na panewki i tulejki łożysk pracujących w specjalnie ciężkich warunkach (łożyska dźwigów), odpowiedzialne i bardzo obciążone części maszyn, pomp, turbin, samolotów, samochodów, okrętów i uzbrojenia (przekładnie ślimakowe, koła zębate, pierścienie tłokowe, sworznie, tulejki, wentyle i ich gniazda, wirniki pomp, turbin i śrub okrętowych, kartery pomp i silników, autoklawy, zbiorniki chemikali, elementy maszyn i urządzeń stosowanych w przemyśle spo-

żywczo-konserwowym oraz osprzęt do wysokich ciśnień, a nawet dzwony kościelne.

Brązy krzemowe

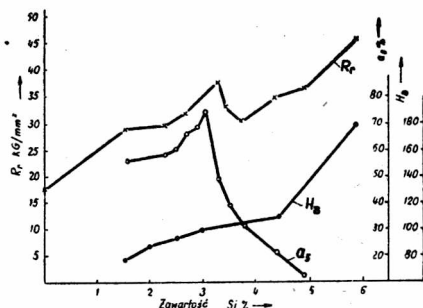
Rozpowszechnione ostatnio w Polsce brązy krzemowe oparte są na układzie podwójnych stopów Cu-Si, lecz w praktyce prawie zawsze zawierają dodatki cynku, manganu, żelaza lub niklu. Pod względem struktury i własności wykazują one dużą analogię do brązów cynowych i dają się podzielić na strukturalnie jednorod-



Rys. 8. Układ Cu-Si

ne α , jednorodne α z wtrąceniem eutektoidu ($\alpha + \gamma$), dwufazowe ($\alpha + \gamma$), oraz stopy powyższe z wtrąceniami faz wywołanych obecnością większych ilości dodatków stopowych, jak krzemki żelaza, manganu i niklu oraz metaliczny ołów (rys. 8).

Własności mechaniczne brązów krzemowych wzrastają wraz z zawartością krzemu poprzez zakres stopów jednorodnych α , przy czym w momencie pojawienia się wtrąceń eutektoidu ($\alpha + \gamma$) następuje spadek własności plastycz-



Rys. 9. Własności mechaniczne brązów krzemowych

nych. Własności wytrzymałościowe brązów krzemowych wzrastają do pewnej najkorzystniejszej strukturalnie ilości eutektoidu, po czym brązy stają się kruche i mało wytrzymałe. Twardość wszystkich brązów krzemowych wzrasta wraz z zawartością krzemu (rys. 9).

Dodatki stopowe powodują na ogół wzrost własności mechanicznych brązów krzemowych w stosunku odpowiednim do przesunięć zakresów istnienia poszczególnych faz struktury stopów podwójnych Cu-Si. W szczególności, dodatki manganu, niklu i żelaza powodują podwyższenie własności wytrzymałościowych, ło-

zyskowych i odporności na korozję. Cynk natomiast zmniejsza różnice twardości poszczególnych faz i poprawia własności odlewnicze tych stopów. Ołów nie rozpuszcza się w brązach krzemowych i występując w postaci wolnych wtrąceń, poprawia ich skrawalność i własności ślizgowe.

Brąz CuSi3Mn1

Brąz ten jest najstarszym, najlepiej znanym i najbardziej rozpowszechnionym brązem krzemowym. Odnacza się on wysokimi własnościami mechanicznymi w temperaturach normalnych i niskich (-200°C), dostatecznymi własnościami przeciwciernymi, dużą odpornością na korozję, dobrymi własnościami odlewniczymi i podatnością na przeróbkę plastyczną. Stop ten w dużym zakresie stosować można zamiast brązów CuSn20 i CuSn16 na dzwony, sita, siatki i haki, w przemyśle papierniczym zamiast brązów CuSn13 i CuSn10 i CuSn10P1, niemagnetyczne i dobrze przewodzące części stosowane w elektro- i radiotechnice, elementy aparatury chemicznej dla przemysłu naftowego, farbiarskiego, gazowego, gorzelnianego i pirotechnicznego, armaturę, osprzęt i zbiorniki ciśnieniowe, panewki i tuleje łożyskowe statycznie obciążone, taśmy i tarcze hamulców i sprzęgieł, śruby, nakrętki i podkładki maszynowe, sworznie, zawory, ich gniazda, prowadnice i inne części zaworów kompresorów okrętowych, koła zębate, przekładnie ślimakowe, części pomp, urządzenia ściekowe, armaturę chemiczną i sanitarną, filtry dymne itp.

Brąz CuSi3Zn3Mn1

Jakkolwiek nie dorównuje pod względem własności brązowi poprzedniemu, stop ten stosowany może być w wielu wypadkach zamiast brązów CuSn10P1, CuSn10, CuSn13, CuSn16 i CuSn20 na wysokociśnieniowy osprzęt parowy i wodny, części maszyn (przekładnie zębate i ślimakowe) oraz panewki łożyskowe statycznie i dynamicznie obciążone przy $v_{\max} = 4$ m/sek i $p_{\max} = 120$ kG/cm² i $p \cdot v \leq 200$, części pomp kopalnianych, korpusy zaworów bezpieczeństwa, nitownic, mieszałki papiernicze, pierścienie uszczelniające, odlewy artystyczne itd.

Brąz CuSi4Fe2

Jako stop zastępczy brązów cynowych CuSn10, CuSn13, CuSn16 i CuSn20 stosowany być może we wszystkich tych wypadkach jak brąz CuSi3Zn3Mn1, a ponadto na łożyska maszyn wolnobieżnych (np. walcarki blachy cienkiej) pracujących przy dużych naciskach jednostkowych, o charakterze pracy statycznym z uderzeniami, sworznie tłokowe szybkobieżnych silników komunikacyjnych, części maszyn jak ślimaki, ślimacznice, koła zębate itd.

Brązy ołowiowe

Brązy ołowiowe są to podwójne stopy miedzi z ołowiem (rys. 10). Ołów wykazuje całkowity brak rozpuszczalności w stałej miedzi oraz szeroki zakres rozwarstwienia cieczy w stanie płynnym, w związku z czym wysokoołowiowe brązy sprawiają trudności technologiczne zwią-

zane z segregacją grawitacyjną sferoidów ołowiu. W celu zapobieżenia wadom segregacji oraz podwyższenia własności mechanicznych, wprowadza się do brązów ołowiowych dodatki cyny, manganu, niklu, a nawet ostatnio arsenu (ZSRR). Ze względu na całkowitą nierozpusz-

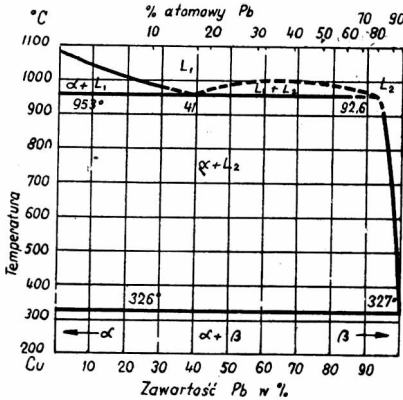
i metalowych tulejki i panewki łożyskowe maszyn.

Brąz CuPb18As4

Zakres zastosowania tego brązu obejmuje odlewane dotychczas z brązów cynowo-ołowiowych części łożysk maszyn i silników spalinyowych.

Złożone brązy cynowe i ich własności

Brązy cynowe zawierające dodatki fosforu (tzw. fosforowe), cynku (zwane do niedawna spiżami) i ołowiu (tzw. ołowiowe) znane i stosowane są równie dawno jak zasadnicze brązy cynowe, zawsze jednak ustępowały im pod względem rozpowszechniania i możliwości zastosowania. Mniejsza zawartość kosztownej cyny, możliwość wykorzystania do ich produkcji złomu brązów cynowych oraz wysokie własności nadają ostatnio tym stopom duże znaczenie



Rys. 10. Układ Cu-Pb

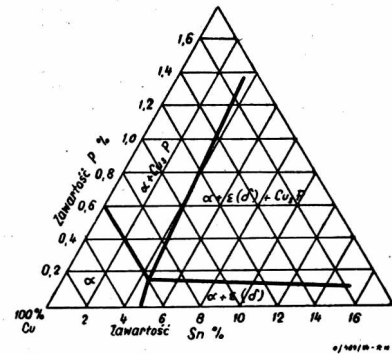
czalność ołowiu i mały jego wpływ na strukturę i własności, złożone brązy ołowiowe przyjmują nazwy dodatków, jak np. manganowo-ołowiowe, arsenowo-ołowiowe i opisane uprzednio cynowo-ołowiowe. Brązy ołowiowe odznaczają się stosunkowo niskimi własnościami mechanicznymi, a dużą swą popularność zawdzięczają doskonałym własnościom przeciwnym. Szczególnie przydatne okazują się brązy ołowiowe do wylewania panewek i tulejek stalowych. Przy odpowiedniej grubości warstwy brązu łożyska takie pozwalają na stosowanie nacisków rzędu 2000 kG/cm² i dużych szybkości obrotowych, a pracują lepiej nawet niż bąbit cynowy.

Brąz CuPb30

Jako stop zastępczy wszystkich brązów cynowych, cynowo-fosforowych, cynowo-ołowiowych oraz wysokocynowych bąbitów, brąz ten stosuje się do wylewania stalowych panewek i tulejek łożyskowych silników samochodowych, szczególnie typu Diesela.

Brąz CuPb20Mn8

Brąz ten stosuje się jako stop zastępczy brązów cynowo-ołowiowych i cynowo-cynkowo-ołowiowych na odlewane do form piaskowych

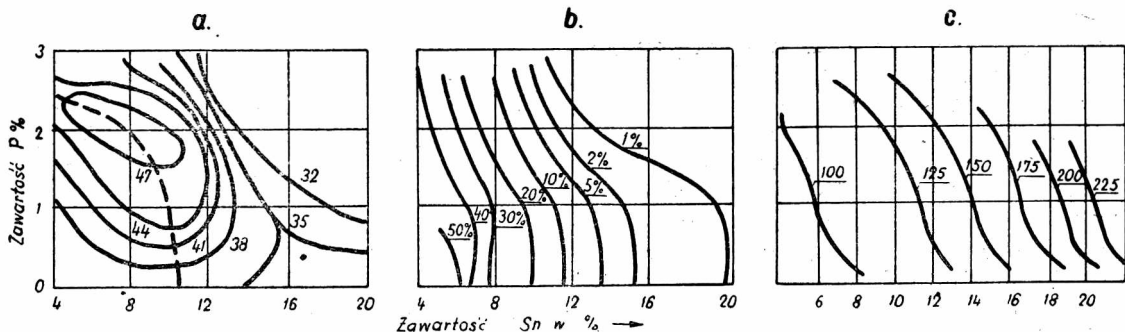


Rys. 11. Układ Cu-Sn-P

i do pewnego stopnia charakter stopów zastępczych, zwłaszcza w odniesieniu do brązów wysoko-cynowych.

Brązy cynowo-fosforowe

Fosfor w postaci związku z miedzią Cu₃P, rozpuszcza się w brązach cynowych w dość szerokim zakresie, powodując następujące zmiany w ich strukturze (rys. 11): większe ilości fosforu wydzielają się w brązach w postaci wtrąceń Cu₃P, lub też eutektoidu (α + δ + Cu₃P). Analogicznie do fazy δ w brązach cynowych, wtrącenia Cu₃P odznaczają się dużą stosunkowo twardością, wpływ ich jednakże staje się niekorzystny, gdy twarde składniki utworzą kruchy szkielec (rys. 12). Zwiększając kontrasty twar-



Rys. 12. Własności mechaniczne brązów cynowo-fosforowych: a — wytrzymałość na rozciąganie R_t w kg/mm²; b — wydłużenie a_4 w %; c — twardość H_B w kg/mm²

dości składników struktury, dodatki fosforu podwyższają jeszcze bardziej wysokie z natury własności przeciwciernie brązów cynowych, toteż brązy cynowo-fosforowe o strukturze złożonej ($\alpha + \delta + \text{Cu}_3\text{P}$) stosowane są na szczególnie odpowiedzialne i narażone na ścieranie elementy maszyn. Zawartość fosforu ograniczona jest w tego rodzaju brązach zawartością cyny i wymaganiami odnośnie własności mechanicznych.

Wpływ fosforu na pozostałe własności brązów cynowych jest również korzystny. Jednorodne brązy cynowo-fosforowe wykazują podwyższoną

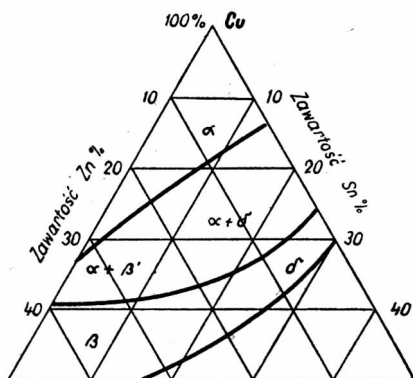
nicznych i samolotów, części maszyn i urządzeń mechanicznych itp.

Brązy cynowo-cynkowe

Dodatki cynku do brązów cynowych powodują zmiany w ich strukturze polegające na przesunięciu zakresów istnienia faz ich struktury, jednakże, w przeciwieństwie do innych dodatków stopowych, cynk, rozpuszczając się w brązach we wszystkich stosunkach nie powoduje występowania nowych składników strukturalnych (rys. 13). Zmiany strukturalne odbijają się na własnościach mechanicznych tych stopów w postaci częściowej niwelacji i przesunięcia punktów optymalnych na charakterystycznych krzywych, co w rezultacie powoduje ogólne obniżenie wszystkich własności mechanicznych (rys. 14). Na pozostałe własności brązów cynk wpływa również raczej niekorzystnie, obniżając ich odporność na korozję i podatność na przeróbkę plastyczną, a na skutek zmniejszenia kontrastów twardości składników struktury obniża własności przeciwciernie. Bardzo korzystnie natomiast wpływają dodatki cynku na własności odlewnicze brązów cynowych.

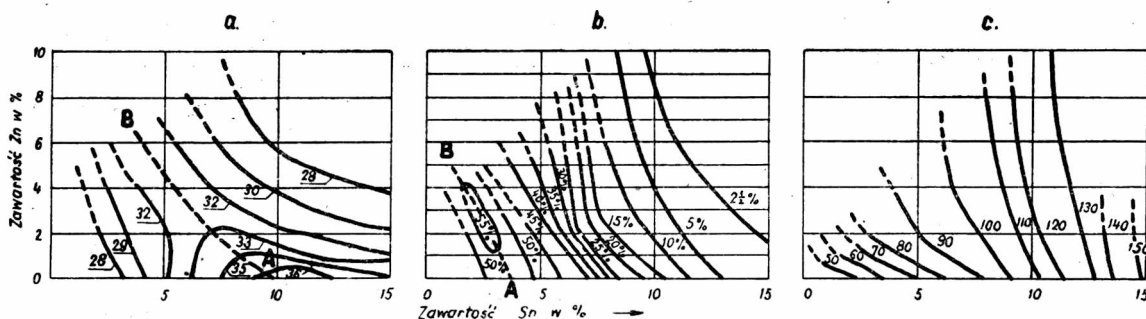
Brąz CuSn10Zn2

Brąz ten odznacza się dobrymi własnościami mechanicznymi, przeciwciernymi, odlewniczymi i dużą odpornością na korozję. Służy do odlewania wszelkiego rodzaju armatury pracującej przy ciśnieniach mniejszych niż 5 atm, oraz do produkcji zaworów, wentyli, części dźwignów, korpusów pomp, napędów ślimakowych i zębatach itp.



Rys. 13. Układ Cu-Sn-Zn

na odporność na korozję oraz podatność na przeróbkę plastyczną, stopy o strukturze złożonej odznaczają się natomiast specjalnie dobrą skrawalnością. Wszystkie bez wyjątku brązy cynowe z dodatkiem fosforu odznaczają się dobrymi własnościami odlewniczymi.



Rys. 14. Własności mechaniczne brązów cynowo-cynkowych: a — wytrzymałość na rozciąganie R_t w kg/mm^2 ; b — wydłużenie a_4 w %; c — twardość H_B w kg/mm^2

Brąz CuSn10P1

Brąz ten jest najszerzej znanym i rozpowszechnionym odlewniczym brązem cynowo-fosforowym. Wykazuje on tak dobre mechaniczne, przeciwciernie i technologiczne własności, że w wielu wypadkach (np. nakrętki śrub pociągowych precyzyjnych obrabiarek) przewyższa pod tym względem zasadnicze brązy cynowe i nie może być zastąpiony przez żadne inne tworzywo. Brąz ten stosuje się na panewki i tulejki łożyskowe obrabiarek, silników elektrycznych, parowych i spalinowych, odpowiedzialne części konstrukcji pojazdów mecha-

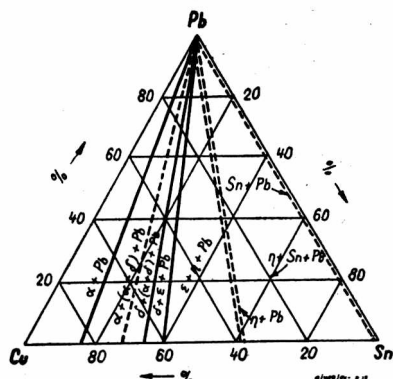
Brąz CuSn8Zn4

Odznacza się dobrymi własnościami odlewniczymi i dość wysokimi własnościami mechanicznymi. Stosowany jest na odlewy części pomp i armatury w miejscach dotychczas stosowanych brązów cynowych (np. CuSn10) i cynowo-cynkowych (np. CuSn10Zn2).

Brązy cynowo-olowiowe

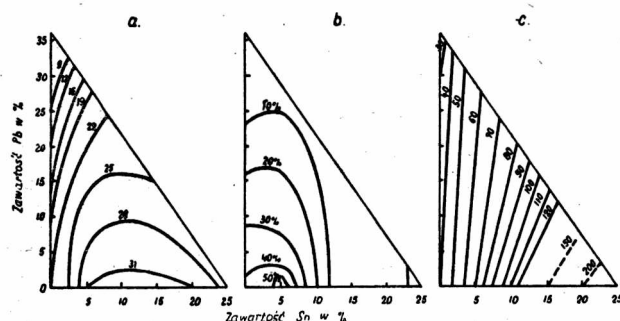
Ołów posiada ograniczoną rozpuszczalność nawet w ciekłych brązach, w stanie stałym natomiast jest praktycznie całkiem nierozpuszczalny i wydziela się w postaci sferoidalnych

wtrąceń na granicach ziarn. Nie wchodząc w roztwór, ołów powoduje bardzo regularne przesunięcia zakresów istnienia faz układu



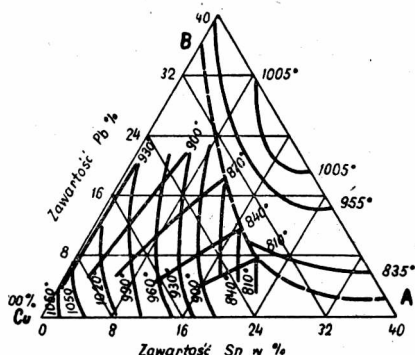
Rys. 15. Układ Cu-Sn-Pb

CuSn (rys. 15). Wtrącenia miękkich i plastycznych cząstek ołowiu nie wywierają specjalnie ujemnego wpływu na właściwości mechaniczne brązów. Jeżeli jednak z jakiegokolwiek powodu



Rys. 16. Właściwości mechaniczne brązów cynowo-ołowiowych: a — wytrzymałość na rozciąganie R_r w kG/mm^2 ; b — wydłużenie a_4 w $\%$; c — twardość H_B w kG/mm^2

wtrącenia te utworzą w okół ziarn brązu ciągłą błonkę, zaznacza się wówczas nagły i szybki spadek własności (rys. 16).



Rys. 17. Zakres niesegregujących stopów Cu-Sn-Pb

Brązy cynowo-ołowiowe wykazują znaczne obniżenie właściwości mechanicznych w temperaturach powyżej 200°C , a ich odporność na korozję i erozję jest dużo niższa niż pozostałych brązów cynowych, odznaczają się one natomiast

doskonałą skrawalnością. Najważniejszą zaletą i przyczyną szerokiego zastosowania brązów cynowo-ołowiowych są ich doskonałe właściwości przeciwcierne, spowodowane dużymi różnicami twardości składników strukturalnych i smarującym działaniem ołowiu.

Ze względu na dobre właściwości i niską cenę, poważne znaczenie posiadają brązy cynowe zawierające duże dodatki ołowiu. Zawartość

Tablica 3

Skład chemiczny złożonych brązów cynowych

Oznaczenie stopu	Skład chemiczny %					Źródła (normy)
	Cu	Sn	P	Zn	Pb	
CuSn10P1	reszta	9÷11	0,8÷1,2			PN/H-87050/Projekt
CuSn10Zn3	"	9÷11		2÷4		"
CuSn8Zn4	"	7÷9		4÷6		ZSRR nieznormalizowany
CuSn10Pb10	"	9÷11			9÷11	PN/H-87050/Projekt
CuSn8Pb12	"	7÷9			11÷13	ZSRR nieznormalizowany
CuSn7Pb15	"	6,25÷7,5			13÷16	ASTM B30-45T B144-46T
CuSn7Pb17	"	6÷8			15÷19	ZSRR nieznormalizowany
CuSn5Pb25	"	4÷6			23÷26	PN/H-87050/Projekt
CuSn5Zn5Pb5	"	4÷6		4÷6	4÷6	"
CuSn6Zn6Pb3	"	5÷7		5÷7	2÷4	"

ołowiu ograniczona jest jednak istnieniem emulsji ołowiu w ciekłym brązie i możliwością powstawania na tej drodze segregacji (rys. 17).

Szereg bardziej znanych brązów cynowo-ołowiowych podano w tablicy 3, a ich charakterystykę w tablicy 4.

Tablica 4

Właściwości mechaniczne złożonych brązów cynowych

Oznaczenie stopu	Temperatura		R_r	a_5	c	Q_r	U	H_B
	likwidusu	odlewania						
	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$						
CuSn10P1	934	1150	30	6	6	17	0,8	100
CuSn10Zn3	1015	1120	23	6	12	14	1,2	85
CuSn8Zn4	1000	1100	23	8	10	12	2,2	75
CuSn10Pb10	1020	1120	17	5	10	14		70
CuSn8Pb12	940	1150	18	5		11	1,2	70
CuSn7Pb17	940	1150	16	6		10		65
CuSn5Pb25	940	1150	15	6	10	9	1,4	45
CuSn5Zn5Pb5	1004	1150	21	14	25	9		60
CuSn6Zn6Pb3	967	1150	19	8		9	3	65

Brązy cynowo-cynkowo-ołowiowe

Wiadomości na temat właściwości czteroskładnikowych brązów cynowo-cynkowo-ołowiowych są bardzo skąpe i nieuporządkowane, a istniejące dane odnoszą się do kilku konkretnych stopów. W stopach tych wpływy poszczególnych dodatków sumują się, ograniczając silniej niż w wypadkach indywidualnych zakresy składu korzystnych stopów. Szczególnie intensywnie działa dodatek fosforu, ogranicza-

Tablica 5

Stopy zastępcze brązów cynowych

Stop zastępowany	Stopy zastępcze
CuSn10	CuZn40Mn4Fe1, CuZn6Mn2Sn2Pb2, CuZn31Al2,5, CuZn16Si4, CuAl10Fe4Ni4, CuAl10Fe3Mn1,5, CuSi3Mn1, CuSi3Zn3Mn1, CuSi4Fe2, CuSn5Zn5Pb5, CuSn6Zn6Pb3
CuSn10P1	CuZn40Mn4Fe1, CuZn36Mn2Sn2Pb2, CuPb20Mn8, CuAl9Fe4, CuSi3Zn3Mn1
CuSn13	CuAl10Fe3Mn1,5, CuAl10Fe4Ni4, CuAl9Fe4, CuSi3Mn1, CuSi3Zn3Mn1
CuSn16	CuAl10Fe3Mn1,5, CuAl10Fe4Ni4, CuAl9Fe4, CuSi3Mn1, CuSi3Mn1
CuSn20	CuAl10Fe3Mn1,5, CuAl10Fe4Ni4, CuSi3Mn1
CuSn5Pb25	CuAl9Fe4, CuSn2Pb25, CuPb20Mn8, CuPb30, CuPb25Mn5Ni1,5
CuSn10Pb10	CuAl10Fe4Ni4, CuAl9Fe4, CuAl10Fe3Mn1,5, CuNi3Si1
CuSn8Pb12	CuPb20Mn8, CuPb18As4, tekstolit, lignoston, lignofol
CuSn7Pb17 i CuSn7Pb15	CuPb20Mn8, CuPb25Mn5Ni1,5, CuPb30, CuPb18As4, CuSn2Pb25

jąc zakres niesegregujących brązów cynowo-olowiowych. Z tych względów nie stosuje się w praktyce dodatków fosforu do brązów z równoczesnym dodatkiem cynku lub ołowiu.

Brąz CuSn5Zn5Pb5

Brąz ten przeznaczony jest na panewki łożyskowe oraz osprzęt wodny i parowy zamiast brązu CuSn10, a w pewnych wypadkach również zamiast brązów wysokocynowych, jeżeli nie da się ich zastąpić mosiądzem CuZn13Si3Pb3 lub CuZn38Mn2Pb2.

Brąz CuSn6Zn6Pb3

Pod względem własności i zakresu zastosowania stop ten nieznacznie różni się od poprzedniego. Stosowany być może zamiast brązu CuSn10 na panewki łożysk, części maszyn oraz osprzęt wodny i parowy (≤ 10 atm). W wypadku małych szybkości i obciążeń ($p \cdot v \leq 25$) zastąpiony być może żeliwem przeciwnym. W tablicy 5 zestawiono stopy zastępcze brązów cynowych.

Mgr inż. JÓZEF KUSZEWSKI

669.13.018.2:620.18

Struktura i własności mechaniczne żeliwa w świetle nowych wykresów strukturalnych

W artykule omówiono na podstawie literatury wykresy struktur żeliwa oraz wskaźnik położenia stopu względem punktu eutektycznego S_e i wpływ jego wartości na własności mechaniczne. Przeprowadzono następnie analizę nowych wykresów strukturalnych dla żeliwa (*Laplanche'a* i *Girsowicza*), stwierdzając, że układ krzywych jednakowej skłonności do grafityzacji i prostych różnych wartości wskaźnika położenia stopu względem punktu eutektycznego, pozwala określić strukturę i związane z nią własności mechaniczne żeliwa, w zależności od zawartości w nim C i Si.

Wyjaśniono wpływ ilości i formy grafitu na własności mechaniczne żeliwa.

W końcu omówiono zagadnienie modyfikacji na tle wykresów *Laplanche'a* i *Girsowicza* oraz wpływ wartości wskaźnika S_e lub sumy $C+0,3 Si$ na własności mechaniczne żeliwa po modyfikacji.

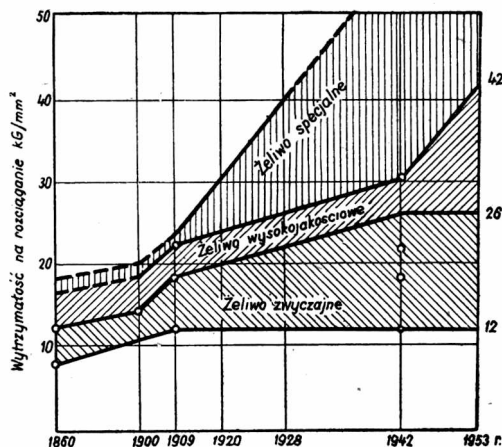
Rozwój własności mechanicznych żeliwa

Rozwój przemysłu maszynowego w końcu XIX i na początku XX wieku, a w szczególności budowy silników na parę wysokoprężną oraz silników spalinowych postawił przed odlewnictwem zadanie wytwarzania odlewów o odpowiedniej strukturze, gwarantującej wysokie własności mechaniczne i technologiczne żeliwa. Wymagania stawiane temu tworzywu zaczęły wzrastać z roku na rok, zmuszając metalurgów i odlewników do poszukiwania metod i ustalania warunków, zapewniających uzyskanie żeliwa szarego o możliwie najwyższych własnościach mechanicznych.

Zwrócono uwagę na czynniki chemiczne i fizyczne wpływające na strukturę, a tym samym i na własności mechaniczne żeliwa. Przedsięwzięto liczne badania w celu ustalenia wpływu tych czynników, usiłując następnie przedstawić to w formie ogólnie obowiązujących reguł. Ustalono, że zależność własności wytrzymało-

ściowych od struktury żeliwa szarego nie jest tak prosta jak dla stali węglowych, oprócz bowiem struktury samej osnowy metalowej duży wpływ na wytrzymałość żeliwa szarego ma ilość i postać grafitu.

Na podstawie badań naukowych i prac doświadczalnych w przemyśle powstają różne metody produkcji żeliwa o podwyższonych własnościach mechanicznych, jak metoda form podgrzanych Lanza, metoda żeliwa niskowęglowego, metoda modyfikacji oraz najnowszą metodą produkcji żeliwa o sferoidalnej budowie grafitu.



Rys. 1. Wzrost wytrzymałości żeliwa na rozciąganie od 1860 r. (F. Roll i G. Piwowarsky)

Wzrost własności wytrzymałościowych żeliwa szarego na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat przedstawia rysunek 1.

Starsze wykresy struktur żeliwa

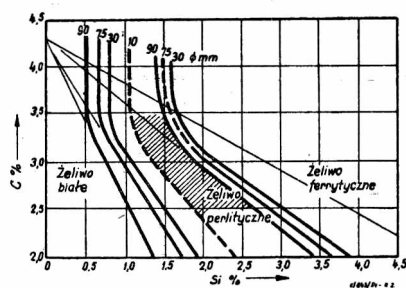
Doświadczenia uzyskane przy produkcji żeliwa wykazywały, że decydujący wpływ na strukturę a tym samym i na własności mechaniczne tego tworzywa ma zawartość w nim C i Si oraz szybkość stygnięcia. Wiedzano o tym wprawdzie już dość dawno, lecz dopiero w 1924 r. Maurer przedstawił po raz pierwszy zależność struktury żeliwa od zawartości w nim C i Si.

Ten powszechnie znany wykres, sporządzony na wzór wykresów Guillet'a dla stali stopowych, ma obecnie tylko historyczne znaczenie, gdyż ze względu na zasadnicze błędy nie daje właściwie nawet orientacyjnych danych, co do struktury żeliwa w zależności od zawartości C i Si.

Pierwszym zasadniczym błędem tego wykresu jest nie uwzględnienie szybkości stygnięcia. Drugim błędem było zastąpienie krzywych wykresu strukturalnego — prostymi.

Pierwszy błąd Maurera usiłowali poprawić Greiner i Klingenstein. Opracowali oni w 1925 r. wykres struktur żeliwa w zależności od sumy C + Si, od grubości ścianki odlewu, a więc od składu chemicznego i szybkości stygnięcia. Niestety i ten wykres nie może mieć praktycznego znaczenia, gdyż Greiner i Klingenstein powtórzyli drugi błąd Maurera, nanosząc na wykresie linie proste zbiegające się na osi rzędnych oraz błędny jest ich pomysł sprowadzenia składu chemicznego żeliwa do jednej zmiennej, tj. sumy węgla i krzemu. Pomysł ten jest błędny, gdyż wpływ krzemu na strukturę żeliwa nie jest taki sam jak wpływ węgla, przy tej samej szybkości stygnięcia.

W roku 1927 Maurer przy współpracy Holtzhausen'a opracował swój drugi wykres struktur żeliwa uwzględniający oprócz wpływu C i Si także wpływ grubości próbki (rys. 2). Za-

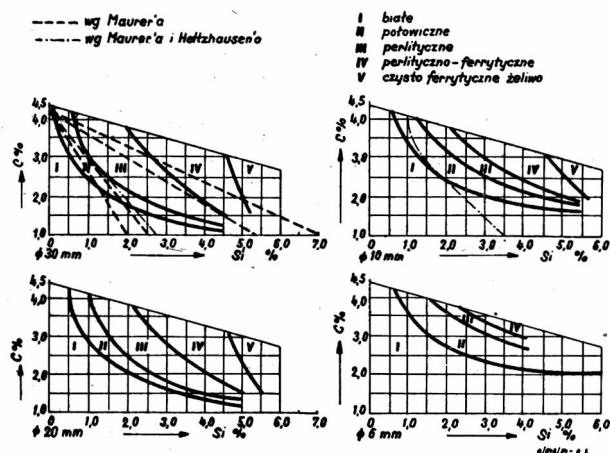


Rys. 2. Wykres struktur według Maurer'a i Holtzhausen'a

kreskowane pole wykresu oznacza zakres, w którym otrzymuje się zawsze strukturę perlityczną osnowy metalowej żeliwa, dla próbek o ϕ 10÷90 mm. Wykres ten jest już bardziej bliski rzeczywistości niż wykres pierwszy.

W roku 1933 Uhlitzsch i Weichelt opracowali wykresy struktur żeliwa w zależności od trzech zmiennych niezależnych — C, Si oraz średnicy próbki odlanej do formy wilgotnej. Rysunek 3 przedstawia cztery diagramy tych autorów dla próbek o średnicy 30, 20, 10 i 6 mm. Z wykre-

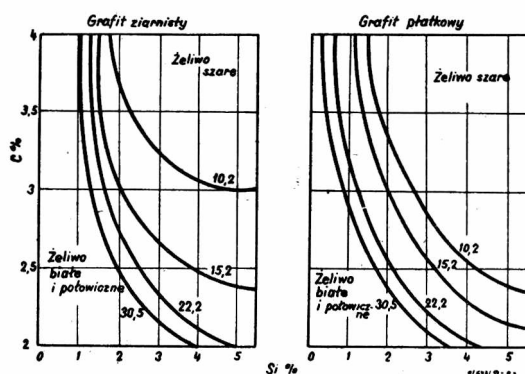
sów widać jak w miarę wzrostu szybkości stygnięcia (zmniejszenia średnicy próbki) zmniejsza się zakres zawartości C i Si w żeliwie, przy których powstaje perlityczna struktura osnowy metalowej i w ogóle struktura żeliwa szarego.



Rys. 3. Wykres struktur żeliwa według Uhlitzsch'a i Weichelta dla próbek o średnicy 30 ÷ 6 mm

Przedstawione tu wykresy struktur podają zależność struktury osnowy metalowej (ilości węgla związanego) od składu chemicznego (zawartości C i Si) i szybkości stygnięcia (średnicy próbki) bez uwzględnienia postaci węgla wolnego — grafitu.

A. L. Norbury opublikował w 1929 r. eksperymentalne diagramy (rys. 4), które przedstawiają jak w zależności od kształtu grafitu przesuwa się granica między obszarem żeliwa białego i połowicznego a obszarem żeliwa szarego.



Rys. 4. Wykres Norbury'a

regu, gdy średnica próbki w tych samych warunkach eksperymentalnych zmniejsza się z 30,5 mm na 10,2 mm. Jak widać z tych wykresów obszar żeliwa szarego dla grafitu sferoidalnego zmniejsza się w porównaniu z grafitem o budowie płatkowej i to tym bardziej im większa jest szybkość stygnięcia (mniejsza średnica próbki).

Wykres ten może posłużyć także do wyjaśnienia dlaczego w żeliwie sferoidalnym powstaje perlityczna struktura masy metalicznej przy stosunkowo wysokich zawartości C i Si lub małych szybkościach stygnięcia, tj. dla warun-

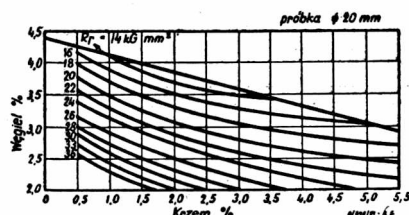
ków, w których żeliwo o płatkowym graficie posiadałoby ferrytyczną lub ferrytyczno-perlityczną strukturę osnowy metalowej.

Wymienione wykresy przedstawiały tylko zależność struktury od składu chemicznego (zawartości C i Si) żeliwa, przy czym uważano, że najlepsze własności mechaniczne uzyskuje się wówczas, gdy osnowa metaliczna żeliwa składa się wyłącznie z perlitu. Stąd początkowo żeliwa o podwyższonych własnościach mechanicznych określano mianem — „żeliwa perlityczne“.

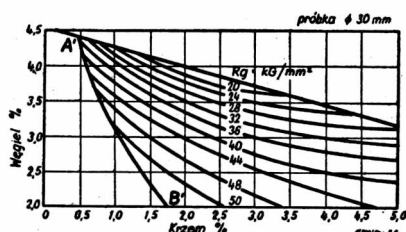
Wykresy zależności własności mechanicznych żeliwa od zawartości w nim C i Si

Niezależnie od wykresów strukturalnych usiłowano przedstawić bezpośrednią zależność własności mechanicznych od zawartości w nim C i Si.

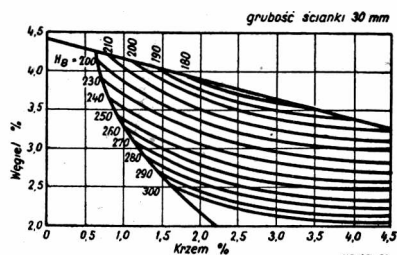
Na międzynarodowym Kongresie Odlewniczym w Düsseldorfie w 1936 r. H. Uhlitzsch i K. Appel podali wykresy zależności wytrzymałości na rozciąganie, zginanie i twardości od zawartości C i Si w żeliwie, dla stałej grubości próbki (rys. 5, 6, 7).



Rys. 5. Krzywe równej wytrzymałości na rozciąganie (H. Uhlitzsch i K. Appel)



Rys. 6. Krzywe równej wytrzymałości na zginanie (H. Uhlitzsch i K. Appel)



Rys. 7. Krzywe równej twardości (H. Uhlitzsch i K. Appel)

Wykresy te, według autorów, obowiązują dla żeliw o składzie chemicznym podeutektycznym. Linia ukośna ograniczająca górną część wykresu odpowiada żeliwom o składzie eutektycznym. Wynika z nich, że własności wytrzymało-

ściowe żeliwa szarego są tym wyższe im jego skład chemiczny bardziej się różni od składu eutektycznego, w sensie mniejszych zawartości C, niż to odpowiada eutektyce przy odpowiedniej zawartości Si.

Wskaźnik położenia stopu względem punktu eutektycznego i jego wpływ na strukturę i własności mechaniczne żeliwa

Krzem znajdujący się w stopach Fe-C zmniejsza zawartość węgla w eutektyce, czyli przesuną punkt eutektyczny E, wykresu żelazowęgla, w lewo. Każdy 1% Si zmniejsza zawartość C w eutektyce o 0,31%. Możemy to wyrazić wzorem:

$$E' = 4,3 - 0,31 Si$$

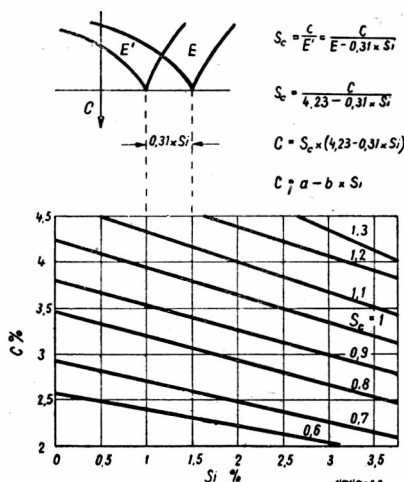
gdzie Si w %.

Dla określenia położenia stopu Fe-C zawierającego Si względem punktu eutektycznego przyjęto w literaturze technicznej stosunek całkowitej zawartości węgla w stopie do zawartości węgla odpowiadającej eutektyce.

Wskaźnik ten w literaturze niemieckiej oznaczono symbolem S_e i określono wzorem:

$$S_e = \frac{C_c}{4,3 - 0,31 Si}$$

gdzie C_c i Si oznaczają zawartość procentową węgla i krzemu w stopie. Rysunek 8 przedsta-



Rys. 8. Linijna zależność między wskaźnikiem S_e a zawartością węgla i krzemu

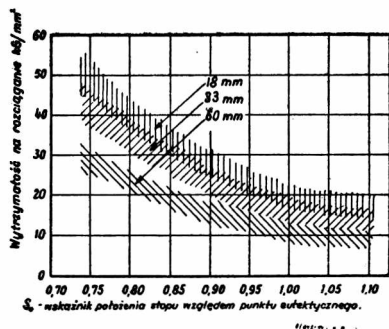
wia zależność liniową między węglem i krzemem w stopach Fe-C-Si dla wartości S_e od 0,6 do 1,3.

Zagadnieniu zależności własności wytrzymałościowych żeliwa szarego od wskaźnika położenia stopu względem punktu eutektycznego poświęcono wiele uwagi.

H. Hanemann i A. Schrader usiłowali w roku 1939/40 przedstawić zależność wytrzymałości na rozerwanie i twardości od wskaźnika S_e dla trzech grubości próbek (rys. 9, 10).

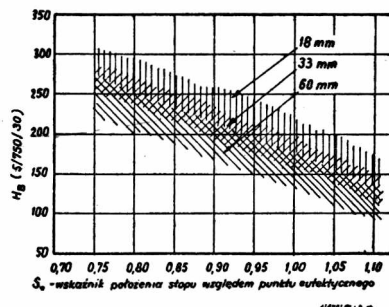
W tym samym mniej więcej czasie (1940/41) K. Sipp ogłosił swój wykres struktur żeliwa w zależności od wskaźnika S_e i od średnicy

próbki (rys. 11). Naniesione na wykresie punkty odpowiadające określonym zawartością C i Si są podane przykładowo.



Rys. 9. Zależność między wskaźnikiem S_c a wytrzymałością żeliwa (H. Hanemann i A. Schrader)

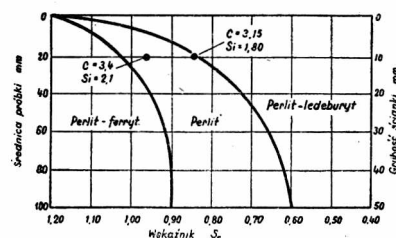
Odnośnie możliwości ścisłego uzależnienia własności wytrzymałościowych żeliwa szarego od wskaźnika S_c opinie są podzielone. Według



Rys. 10. Zależność między wskaźnikiem S_c a twardością żeliwa (H. Hanemann i A. Schrader)

F. Bischof'a przeciw związkowi między wskaźnikiem S_c a własnościami mechanicznymi żeliwa szarego przemawiają następujące argumenty:

1. Wpływ na własności mechaniczne żeliwa składników chemicznych rozpuszczonych w fer-



Rys. 11. Wykres strukturalny żeliwa według Sipp'a

rycie i ewentualnie w cementycie, wielkości pasemek perlitu oraz ilości węgla związanego, czego nie uwzględnia wskaźnika S_c .

2. Wpływ innych czynników niż zawartość C i Si na ilość i ukształtowanie grafitu.

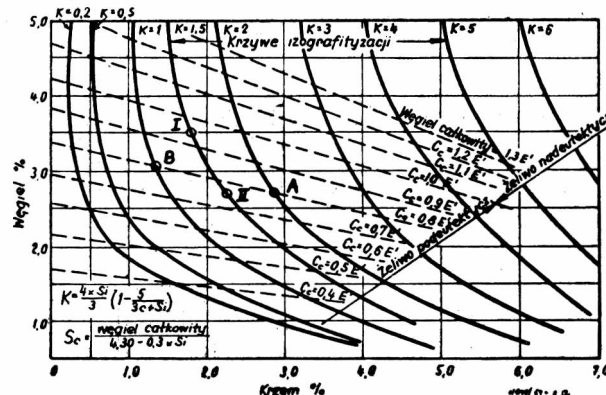
3. Wpływ jakości i ilości eutektyki fosforowej.

Natomiast P. Tobias i G. Brinkmann stwierdzają, że zasięg różnic wytrzymałości na rozciąganie, przy danym S_c , nie przekracza 3,5 kG/mm², przy czym wartości R_t , przy tej

samej wielkości wskaźnika S_c , są niższe dla żeliwa z żeliwiaków niż z pieców elektrycznych.

Nowy wykres strukturalny żeliwa — H. Laplanche'a

Wysiłki zmierzające do opracowania dobrego wykresu strukturalnego dla żeliwa, który mógłby posłużyć przy praktycznym doborze składu chemicznego metalu, odpowiadającego wymaganym własnościom wytrzymałościowym nie ustawały. W grudniu 1947 r. H. Laplanche umieścił w Metal Progress artykuł pod tytułem: „Nowy wykres strukturalny dla żeliwa”. Wykres ten (rys. 12), opracowany na podstawie



Rys. 12. Wykres strukturalny dla żeliwa według Laplanche'a

prac doświadczalnych i obliczeń matematycznych, składa się z grupy krzywych, odpowiadających równaniu:

$$K = \frac{4 \cdot Si}{3} \left(1 - \frac{5}{3C + Si} \right)$$

gdzie Si i C są to zawartości krzemu i węgla w żeliwie w procentach.

Krzywe wykresu, zwane przez Laplanche'a krzywymi izografityzacji, czyli krzywymi równej zdolności do grafityzacji odpowiadają wartościom K równym 0,2, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0 i 6,0.

Oczywiście możliwe jest wykreślenie dowolnej ilości tych krzywych dla różnych wartości K.

Według Laplanche'a wszystkie żeliwa, których zawartości C i Si odpowiadają poszczególnym punktom tej samej krzywej izografityzacji mają jednakową zdolność grafityzacyjną przy tych samych warunkach stygnięcia i w związku z tym, żeliwa te powinny wykazywać jednakowe struktury.

Wykres Laplanche'a przedstawia zależność zdolności grafityzacyjnej tylko od zawartości krzemu i węgla w żeliwie bez uwzględnienia szybkości stygnięcia. Jednakże w tekście swego artykułu autor podaje ustalone praktycznie graniczne wartości K dla próbek o średnicy 50 mm i 10 mm, a mianowicie: dla próbek o ϕ 50 mm odlanych do form wilgotnych $K = 0,8$ jest granicą między obszarem żeliwa

białego i połowicznego, $K = 1,0$ jest granicą między obszarem żeliwa połowicznego i perlitycznego i $K = 2,0$ jest granicą między obszarem żeliwa perlitycznego i perlityczno-ferrytycznego. Dla podobnie odlanych próbek o średnicy 10 mm, odpowiednie krzywe graniczne mają wartość $K = 1,2$, $K = 1,7$, $K = 2,3$.

Wspólnie z układem linii K na diagramie *Laplanche'a* wykreślone są linie odpowiadające różnym wielkościom wskaźnika S_c . Ten wspólny układ krzywych K i prostych S_c pozwala dokładniej określić dane żeliwo.

Niestety *H. Laplanche* nie podaje jasno w wymienionej pracy współzależności między krzywymi K i prostymi S_c oraz sposobu określenia przy ich pomocy własności mechanicznych żeliwa.

Niewątpliwie istnieje zależność między własnościami wytrzymałościowymi żeliwa szarego a wielkością wskaźnika S_c , co potwierdzają zarówno badania niektórych autorów, jak wspomnianych już *Hanemanna* i *Schradera*, *Sippa*, *Tobiasa* i *Brinkmana* oraz *Jungblütha* i *Brügera*, jak też spostrzeżenia z codziennej praktyki odlewniczej. Np. zalecany przez *C. Kalatę* skład chemiczny znormalizowanych według PN/H-83101 gatunków żeliwa stosowanego na części maszyn, odpowiada następującym wielkościom wskaźników położenia stopu względem punktu eutektycznego.

Ta b l i c a 1

Klasa żeliwa	Zalecany skład chemiczny, %					S_c	Uwagi
	C	Si	Mn	P_{max}	S_{max}		
ZI 14	3,3÷3,5	2,2÷1,9	0,5÷0,7	0,60	0,15	0,92	średni
ZI 18	3,2÷3,4	2,1÷1,7	0,6÷0,8	0,50	0,15	0,88	wskaźnik
ZI 22	3,1÷3,3	2,0÷1,6	0,7÷0,8	0,40	0,14	0,85	dla skraj-
ZI 26	3,0÷3,2	1,9÷1,5	0,8÷1,0	0,30	0,13	0,82	nych analiz
ZI 30	2,9÷3,1	1,8÷1,4	0,8÷1,0	0,30	0,12	0,78	

Podobnie określony wskaźnik położenia stopu względem eutektyki dla zalecanych przez tegoż autora składów chemicznych żeliwa wyjściowego do modyfikacji wykazuje tym niższe wartości im wyższa klasa żeliwa.

Ta b l i c a 2

Klasa żeliwa	Zalecany skład chemiczny żeliwa wyjściowego do modyfikacji, %					S_c	Uwagi
	C	Si	Mn	P_{max}	S_{max}		
ZIM 26	3,1÷3,2	1,3÷1,5	0,8	0,30	0,15	0,81	Wskaźnik
ZIM 30	3,0÷3,1	1,2÷1,4	0,8	0,30	0,15	0,78	odpowia-
ZIM 34	2,9÷3,0	1,1÷1,3	0,9	0,25	0,15	0,75	dający
ZIM 38	2,8÷2,9	1,0÷1,2	1,0	0,25	0,15	0,72	średnim analizom

Zakres tej zależności nie jest dotychczas ściśle określony.

Analizując wykres *Laplanche'a* widzimy, że żeliwa o zawartościach C i Si odpowiadających temu samemu obszarowi strukturalnemu, a nawet leżące na tej samej krzywej izografizacji, mogą się znacznie różnić własnościami wytrzymałościowymi, przy czym wytrzymałość żeliwa, którego skład chemiczny odpowiada niższej

wartości wskaźnika S_c będzie z reguły wyższa. Przy założeniu, że warunki topienia, odlewania oraz stygnięcia są praktycznie jednakowe.

Np. dla próbek o ϕ 50 mm krzywe jednakowej zdolności grafityzacyjnej $K = 1$ i $K = 2$ ograniczają obszar struktury perlitycznej. W tym obszarze możemy wybrać dwa żeliwa o jednakowej zdolności do grafityzacji, których składy chemiczne odpowiadają tej samej krzywej $K = 1,5$, a różnym wielkością S_c .

Żeliwo I — C = 2,7% Si = 2,2% $S_c = 0,75$

„ II — C = 3,5% Si = 1,8% $S_c = 0,95$

Nie ulega wątpliwości, że próbka żeliwa I wykaże wyższe R_t niż próbka żeliwa II.

Z drugiej jednak strony, jeżeli weźmiemy dwa żeliwa, których zawartościom C i Si odpowiada ten sam wskaźnik położenia stopu względem punktu eutektycznego np. $S_c = 0,8$, lecz różne krzywe izografizacji, np. krzywe ograniczające zakres struktury perlitycznej $K = 1$ i $K = 2$, a więc:

Żeliwo A — C = 2,7% Si = 2,8% $K = 2,0$

„ B — C = 3,1% Si = 1,3% $K = 1,0$

to trudno przypuścić, aby te żeliwa mogły mieć jednakową wytrzymałość. Żeliwo B wykaże przypuszczalnie wyższą wytrzymałość. Jeszcze wyraźniej wystąpiłaby ta różnica, gdyby składy żeliw odpowiadały różnym obszarom strukturalnym.

Należy jednak stwierdzić, że w zwężonym zakresie tych samych obszarów strukturalnych, przy zachowaniu jednakowych warunków topienia i odlewania, zależność wytrzymałości żeliwa szarego od wielkości wskaźnika S_c jest wyraźna i dość regularna.

Analizując dalej wykres *Laplanche'a*, przy założeniu, że wytrzymałość żeliwa szarego jest zależna od wskaźnika S_c możemy zrobić następujące spostrzeżenie:

W tym samym obszarze strukturalnym zakres wielkości S_c , którym odpowiadają coraz to wyższe wytrzymałości żeliwa, jest znacznie większy przy stałej zawartości krzemu a zmiennych zawartościach węgla, niż przy stałej zawartości węgla a zmiennych zawartościach krzemu.

Np. w próbkach o ϕ 50 mm można uzyskać strukturę perlitu w zakresie krzywych izografizacji $K = 1$ do $K = 2$ przy stałej zawartości krzemu Si około 2,3% a zmieniających się zawartościach węgla od 3,8% do 1,8%. Tym zawartościom Si i C odpowiada szeroki zakres wskaźników położenia stopu względem eutektyki $S_c = 1,1÷0,5$.

Dopiero przy zawartości węgla poniżej 1,8%, według wykresu *Laplanche'a* powstaje struktura żeliwa połowicznego.

W praktyce zakres ten musi być węższy, gdyż ze względu na niebezpieczeństwo powstania pseudoeutektycznej budowy grafitu (grafit międzydendrytyczny) i wyraźnie dendrytycznej budowy żeliwa, nie jest wskazane obniżanie w nim zawartości węgla poniżej 2,6%. Jednak i w tych warunkach zakres wskaźników S_c jest szeroki i waha się w granicach 1,1÷0,75.

Natomiast przy stałej zawartości węgla, np. 3,10% struktura perlityczna powstaje w próbce ϕ 50 mm w zakresie zawartości krzemu w żelwie w granicach 2,60% do 1,30%. Zakres odpowiadających tym składom chemicznym wskaźników S_c jest stosunkowo wąski i wynosi $S_c = 0,9 \div 0,8$.

To spostrzeżenie pozwala wysnuć wniosek, że przy produkcji żeliwa o podwyższonych własnościach mechanicznych należy dążyć przede wszystkim do uzyskania dostatecznie niskiej zawartości węgla, gdyż obniżanie zawartości krzemu wpływa o wiele słabiej na podwyższenie własności mechanicznych, natomiast niebezpieczeństwo otrzymania struktury zabełonej jest znacznie większe niż przy obniżaniu zawartości węgla.

Należy tylko w tym wypadku pamiętać o konieczności osiągnięcia dostatecznie wysokiej temperatury przegrzania żeliwa w celu zapewnienia dobrej jego lejućności.

Wykres strukturalny dla żeliwa — N. G. Girszowicza

Ciekawy wykres strukturalny przedstawia w swojej książce pt. „Czuggunnoj litie” — (Mietalurgizdat 1949) N. G. Girszowicz. Wykres ten ma służyć już nie do mniej lub więcej dokładnej orientacji odnośnie rodzaju struktury w zależności od zawartości Si i C w żelwie, przy odpowiedniej średnicy próbki, lecz ma określać dokładnie strukturę w zależności od wypośredkowanej grubości ścianki odlewu R oraz zawartości C i Si, przy czym:

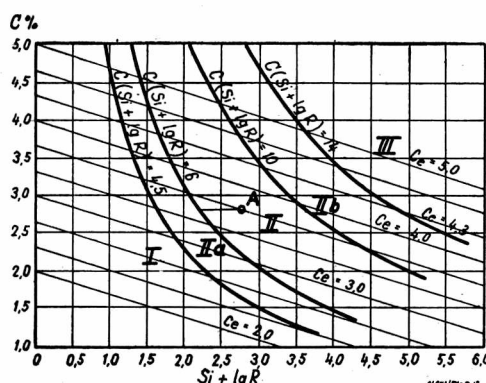
Sprowadzona grubość ścianki odlewu

$$R = \frac{V}{F}$$

gdzie: V — objętość odlewu

F — powierzchnia odlewu

Linie krzywe tego wykresu (rys. 13), są równoznaczne z krzywymi izografityzacji *Laplanche'a*. Krzywe te odpowiadają równaniu: $K = C(Si + \lg R) = \text{const}$.



Rys. 13. Wykres strukturalny dla żeliwa według
N. G. Girszowicza

Odlewy o dowolnej grubości ścianki, dla których wartość K jest jednakowa, wykazują według Girszowicza, tę samą strukturę osnowy metalowej.

Na wykresie przedstawione są tylko krzywe graniczne, rozdzielające obszary struktury białej I, połowicznej IIa, perlitycznej II, perlityczno-ferrytycznej IIb i ferrytycznej III. Wartość K dla wymienionych krzywych granicznych wynosi odpowiednio: 4,5; 6,0; 10,0; 14,0.

Oprócz opisanych krzywych naniesione są na wykresie proste o równaniu $C_e = C + 0,3 Si$, odpowiadające prostym S_c wykresu *Laplanche'a*. Wyrażenie to jest tylko inaczej przedstawionym wskaźnikiem położenia stopu względem punktu eutektycznego. Jeżeli $C + 0,3 Si = 4,3$ to żeliwo ma skład eutektyczny; wartości mniejsze od 4,3 odpowiadają żeliwom podeutektycznym, a większe od 4,3 żeliwom nadeutektycznym.

Wskaźnik ten jest wygodniejszy w użyciu, gdyż wykazuje większe różnice przy zmianach zawartości C i Si w żelwie niż wskaźnik S_c .

Np. dla zalecanych składów chemicznych na znormalizowane gatunki żeliwa maszynowego oraz na żeliwa wyjściowe do modyfikacji, wskaźnik ten obliczony dla średnich wartości C i Si kształtuje się następująco:

Zl 14	— 4,01	ZlM 26	— 3,57
Zl 18	— 3,87	ZlM 30	— 3,44
Zl 22	— 3,74	ZlM 34	— 3,31
Zl 26	— 3,61	ZlM 38	— 3,18
Zl 30	— 3,48		

Wskaźniki te pozwalają wnioskować o ilości i formie grafitu oraz o własnościach mechanicznych żeliwa.

Analiza wykresu prowadzi do tych samych wniosków co i analiza wykresu *Laplanche'a*, z tym uzupełnieniem znanym zresztą powszechnie z praktyki odlewniczej, że wzrostowi R (grubość ścianki odlewu) musi odpowiadać zmniejszenie zawartości Si, o ile przy tej samej zawartości C w żelwie ma być zachowana taka sama struktura odlewu.

Np. punkt A na wykresie odpowiada żeliwom o tej samej zawartości węgla około 2,80%, lecz o różnej zawartości Si, które w zależności od odpowiadającej im grubości ścianki odlewu (ϕ próbki) dadzą taką samą strukturę.

Biorąc pod uwagę próbkę ϕ 10 mm i ϕ 50 mm, dla których przy strukturze odpowiadającej punktowi A suma $Si + \lg R$ musi być według Girszowicza jednakowa i wynosi 2,75, obliczamy niezbędną dla każdej próbki zawartość Si przy tej samej wartości C = 2,80%, przy której struktura obu próbek będzie jednakowa.

$$Si = 2,75 - \lg R$$

Pomijając stosunkowo nieznaczną powierzchnię podstaw w porównaniu z dostatecznie dużą długością próbek, możemy przyjąć, że dla cylindrycznego kształtu próbek

$$R = \frac{d}{4}$$

gdzie d średnica próbki.

Wtedy dla próbki ϕ 10 mm

$$Si = 2,75 - \lg 2,5 = 2,35\%$$

a dla próbki ϕ 50 mm

$$Si = 2,75 - \lg 12,5 = 1,65\%$$

Słabą stroną tego wykresu jest jednak to, że linii C_e określających położenie stopu względem eutektyki, które mają charakteryzować ilość i formę grafitu oraz własności mechaniczne żeliwa, nie da się powiązać jednocześnie z różnymi grubościami próbek, czy ścianek odlewu, tak jak krzywych jednakowej zdolności do grafityzacji.

Np. w przytoczonym wyżej przykładzie:
dla próbki ϕ 10 mm

$$C + 0,3 Si = 2,8 + 0,7 = 3,5$$

dla próbki ϕ 50 mm

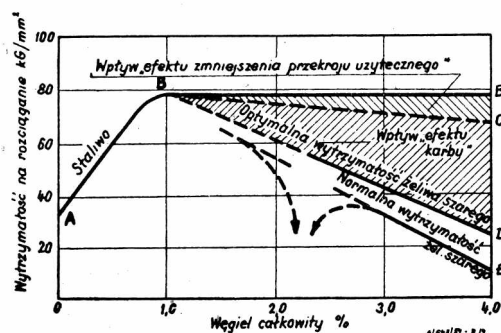
$$C + 0,3 Si = 2,8 + 0,5 = 3,3$$

podczas gdy według wykresu wskaźnik ten dla punktu A wynosi 3,67. Poza tym, prawdopodobnie wskutek niedokładności wykresu zamieszczonego w książce linie wskaźnikowe C_e przebiegają w stosunku do krzywych ograniczających zakresy struktur w taki sposób, że w zakresie strukturalnym perlitu niemożliwe jest uzyskanie odpowiednio niskiego wskaźnika C_e , odpowiadającego np. żeliwu Zl 30 ($C_{e3,5}$) przy zawartości węgla powyżej 2,8%, co jest sprzeczne z praktyką.

Wykres wpływu ilości i formy grafitu na własności mechaniczne żeliwa

Omówione dotychczas wykresy strukturalne przedstawiają wpływ zawartości C i Si w żeliwie, względnie dodatkowo także wpływ grubości ścianki na strukturę i własności mechaniczne żeliwa, przy czym uwzględnia się w nich tylko strukturę osnowy metalowej i związaną z tym ilość węgla związanego oraz wolnego w postaci grafitu. Na własności mechaniczne żeliwa ma jednak wpływ nie tylko ilość grafitu, ale także wielkość poszczególnych jego płatków, ich ukształtowanie i rozmieszczenie.

Wpływ grafitu na wytrzymałość żeliwa polega nie tylko na zmniejszeniu przekroju przenoszącego naprężenie, lecz przede wszystkim na działaniu karbu.



Rys. 14. Wpływ grafitu na wytrzymałość żeliwa szarego

Zagadnienie to dobrze wyjaśnia rysunek 14. Gdyby na własności wytrzymałościowe żeliwa wpływał grafit tylko z powodu zmniejszenia przekroju użytecznego znoszącego naprężenie, to wytrzymałość żeliwa o perlitycznej osnowie metalowej powinna się kształtować według

linii BC, odchylającej się tym bardziej od linii BB_1 odpowiadającej wytrzymałości staliwa perlitycznego, im żeliwo zawiera więcej grafitu.

Tymczasem najwyższe wytrzymałości jakie można osiągnąć dla żeliwa o płatkowej budowie grafitu odpowiadają linii BD. To obniżenie wytrzymałości w stosunku do linii BC tłumaczy się wpływem karbu, to znaczy koncentrowaniem naprężeń w miejscach ostrych zmian przekroju.

W rzeczywistości normalnie osiągane wytrzymałości odpowiadają jeszcze niższym wartościom według linii BE, co spowodowane jest niekorzystnym ukształtowaniem i rozmieszczeniem grafitu.

Wykres ten pozwala nam zrozumieć przyczynę osiągania tak wysokich wytrzymałości żeliwa z kulistym grafitem (żeliwo sferoidalne). Przy kulistej budowie grafitu działanie karbu, spowodowane rozproszeniem tego grafitu w masie metalicznej żeliwa jest minimalne. Linie naprężeń rozkładają się dość równomiernie w poszczególnych elementach osnowy metalowej próbki, dzięki czemu osiągana wytrzymałość odpowiada prawie wartościom według linii BC.

Wpływ zawartości C i Si w żeliwie na wynik modyfikacji

Modyfikacja, to znaczy zmienianie struktury żeliwa przez dodatek do ciekłego metalu żelazo-krzemu, wapnio-krzemu, aluminium itp. (najczęściej stosowany jest żelazokrzem), pozwala na osiągnięcie najwyższych własności mechanicznych żeliwa szarego.

Wysokość osiągniętych przez modyfikację własności mechanicznych zależy od wielu czynników.

Na podstawie licznych badań, które rozpoczęły się już kilkadziesiąt lat temu, można dziś stwierdzić, że jednym z rozstrzygających czynników w produkcji żeliw modyfikowanych jest prawidłowy wybór składu chemicznego żeliwa wyjściowego do modyfikacji.

Już w roku 1930 O. Smalley podaje, że im większa jest zawartość węgla w żeliwie wyjściowym, tym trudniej jest wpłynąć przez modyfikację na jego strukturę i własności mechaniczne.

Na podstawie dzisiejszego stanu wiedzy o modyfikacji można przyjąć, że wskutek modyfikującego działania dodatków żelazokremu lub wapniokremu do ciekłego metalu osiąga się tym wyższe wytrzymałości, im żeliwo wyjściowe zawiera mniej węgla i krzemu, czyli im mniejszy jest jego wskaźnik położenia względem punktu eutektycznego (S_e). Szczególnie ważna przy tym jest niska zawartość węgla. Żeliwa wyjściowe o takim składzie nie poddane działaniu modyfikatora miałyby strukturę białą lub połowiczną.

Posługując się wykresem Laplanche'a można powiedzieć, że najwyższe własności mechaniczne osiągnie się przez modyfikację żeliw wyjściowych, których składom chemicznym

będą odpowiadały współczynniki izografityzacji $K < 1$ (dla próbek o ϕ 50 mm) i proste $S_c = 0,6 \div 0,8$ (względnie $C_c = 0,6 E \div 0,6 E^*$).

Podobnie według wykresu Girszowicza najwyższe własności mechaniczne uzyskują po modyfikacji te żeliwa, których skład chemiczny odpowiada polu IIa lub I, między prostymi $C_c = 3,0 \div 3,5$.

Działanie modyfikatorów jest tym znamienne, że nie zmieniają one w znaczącym stopniu składu chemicznego żeliwa a zmieniają jego strukturę. Jeżeli np. skład chemiczny żeliwa wyjściowego do modyfikacji odpowiada polu IIa wykresu Girszowicza, to normalnie dodatek modyfikatora nie przesunąłby jego składu do pola II, lecz zmienia strukturę na odpowiadającą temu polu. Dodatkową cechą modyfikacji jest ograniczony czas działania modyfikatora, po upływie którego żeliwo odlane do form krzepnie w zakresie strukturalnym, odpowiadającym jego składowi chemicznemu. Modyfikacja żeliw, które swoim składem chemicznym odpowiadają zakresowi struktury szarej, szczególnie perlitycznej, powoduje wzrost ich wytrzymałości, przy czym przyrost wytrzymałości w stosunku do wytrzymałości żeliwa wyjściowego jest tym wyższy im niższa jest wartość wskaźnika położenia stopu względem punktu eutektycznego (S_c). Jednakże maksymalne wytrzymałości możliwe do osiągnięcia przez modyfikację żeliw już z natury szarych, ustępują wytrzymałościom uzyskanym przez modyfikację żeliw połowicznych lub białych. Odnosi się to szczególnie do nowej metody modyfikowania niskowęglowych i niskokrzemowych żeliw większymi dodatkami modyfikatora, przy pomocy którego wprowadza się 50÷60% całkowitej zawartości Si w żeliwie.

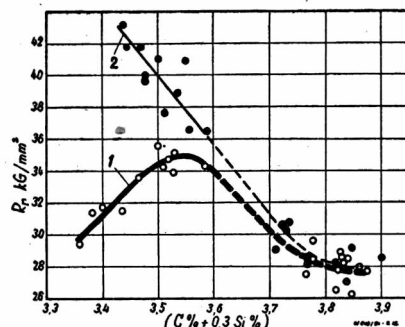
Według dawniejszych poglądów korzystne wyniki modyfikowania uzyskuje się tylko przy niewielkich dodatkach modyfikatora, przy pomocy którego wprowadza się do żeliwa zaledwie 0,1÷0,2% Si. Większe dodatki modyfikatora nie tylko nie podnoszą wytrzymałości żeliwa, lecz nawet ją obniżają.

Te poglądy odnoszą się jednak do okresu, kiedy żeliwa wyjściowe stosowane do modyfikacji były z natury szare, a ich skład chemiczny odpowiadał zakresowi żeliw perlitycznych lub znajdował się na granicy zakresu żeliwa perlitycznego i połowicznego.

W tych warunkach niewielka ilość krzemu wprowadzona przy pomocy modyfikatora wystarczała do zmiany struktury, rozdrobnienia ziarn i podniesienia przez to wytrzymałości żeliwa. Większe dodatki modyfikatora mogłyby spowodować zmianę składu chemicznego, powodującą przesunięcie struktury do granic obszaru strukturalnego ferrytyczno-perlitycznego i w związku z tym obniżenie własności mechanicznych.

Stosując jednak do modyfikacji żeliwa wyjściowe z obszaru strukturalnego odpowiadającego na wykresach Laplanche'a lub Girszowicza, żeliwom połowicznym lub nawet białym, których wskaźnik położenia względem punktu

eutektycznego jest znacznie mniejszy od jedności (względnie $C + 0,3$ Si jest mniejsze od 3,5), wówczas małe dodatki modyfikatora okazują się niedostateczne do zmiany struktury takiego żeliwa. Dopiero większe dodatki modyfikatora powodują korzystne zmiany struktury i związane z tym podniesienie wytrzymałości żeliwa. Osiągane tą metodą wytrzymałości żeliwa modyfikowanego są znacznie wyższe od wytrzy-

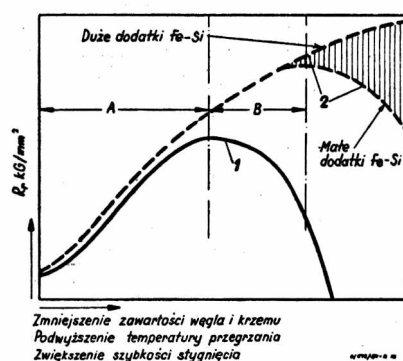


Rys. 15. Własności mechaniczne żeliwa przy modyfikacji małymi i dużymi dodatkami żelazokrzemu: 1 — małe dodatki żelazokrzemu (modyfikator wynosi 10÷20% całkowitej zawartości krzemu w żeliwie); 2 — duże dodatki żelazokrzemu (modyfikator wynosi 40÷60% całkowitej zawartości Si w żeliwie)

małości uzyskiwanych przez modyfikację małymi dodatkami modyfikatora. Uwidacznia to rysunek 15.

Osiągnięcie korzystnych rezultatów modyfikowania zależy jest poza składem chemicznym od dostatecznie wysokiej temperatury przegrzania metalu oraz od szybkości stygnięcia żeliwa modyfikowanego w formie.

Na podstawie rezultatów przeprowadzonych prób G. J. Kleckin opracował wykres (rys. 16)



Rys. 16. Wpływ zasadniczych czynników technologicznych na własności mechaniczne żeliwa: 1 — żeliwo niemodyfikowane; 2 — żeliwo modyfikowane

obrazujący wpływ modyfikacji na własności wytrzymałościowe żeliwa w zależności od niektórych czynników.

Jak widać z tego wykresu zmniejszenie zawartości węgla i krzemu w żeliwie, podwyższenie temperatury przegrzania oraz podwyższenie szybkości chłodzenia wpływa w zasadzie jednakowo na strukturę i własności mechaniczne i powoduje podwyższenie wytrzymałości za-

równy żeliwa zwykłego jak i modyfikowanego.

Tłumaczy się to rozdrobnieniem ziarn perlitu, zmniejszeniem ilości grafitu i równomiernym jego rozłożeniem, oraz przeciwdziałaniem dendrytycznej strukturze osnowy metalowej i międzydendrytycznemu wydzielaniu grafitu.

Analizując wykres widzimy, że w zakresie A wytrzymałość żeliwa wyjściowego do modyfikacji rośnie osiągając maksimum przy określonej koncentracji węgla i krzemu ($C + 0,3 Si$). W tym zakresie wpływ modyfikacji małymi dodatkami modyfikatora jest minimalny.

W miarę dalszego obniżania $C + 0,3 Si$ następuje spadek wytrzymałości żeliwa wyjściowego do modyfikacji z powodu pojawienia się strukturalnie swobodnego cementytu i międzydendrytycznego rozmieszczenia grafitu.

W zakresie B wpływ modyfikatora na wytrzymałość żeliwa stale wzrasta, a wytrzymałość żeliwa modyfikowanego małymi dodatkami modyfikatora osiąga maksimum. Dalsze obniżanie $C + 0,3 Si$ powoduje spadek wytrzymałości żeliwa modyfikowanego małymi dodatkami modyfikatora, natomiast powiększenie ilości modyfikatora powoduje dalszy wzrost wytrzymałości żeliwa.

Osiągnięcie wysokich własności mechanicznych żeliwa modyfikowanego jest wynikiem zarówno zmian struktury osnowy metalowej jak i grafitu.

Osobny rozdział stanowi modyfikacja żeliwa cerem względnie magnezem lub jego stopami w celu otrzymania kulistej budowy grafitu, która gwarantuje uzyskanie najwyższych wytrzymałości żeliwa.

Wnioski

Jak wynika z przeprowadzonej analizy, starsze wykresy struktur żeliwa nie dają możliwości dostatecznie dokładnego określenia struktury żeliwa, a tym mniej jego własności mechanicznych.

Nie mogły one służyć za podstawę do ustalenia składu chemicznego, zapewniającego otrzymanie wymaganych własności mechanicznych żeliwa.

Wykresy te wytyczyły jednak kierunki prac w tej dziedzinie wyjaśniając, że zasadniczy wpływ na strukturę, a tym samym i własności wytrzymałościowe żeliwa, wywiera zawartość w nim C i Si .

Spostrzeżenie, że położenie stopu względem punktu eutektycznego wpływa na jego strukturę i własności mechaniczne oraz ustalenie wskaźnika określającego to położenie, pozwoliło

na opracowanie bardziej dokładnych wykresów struktur żeliwa.

Szczegółowa analiza wykresów *Laplanch'a* i *Girszowicza* wskazuje na możliwość posługiwania się nimi dla ustalenia z dużym przybliżeniem zawartości C i Si w żeliwie, zapewniających uzyskanie odpowiedniej struktury i wymaganych własności mechanicznych tego tworzywa, w zależności od średnicy próbki lub grubości ścianki odlewu. Nowe wykresy strukturalne dla żeliwa dają także wytyczne przy wyborze żeliwa wyjściowego do modyfikacji.

Bardzo duże znaczenie przy posługiwaniu się tymi wykresami ma uwzględnienie współzależności krzywych izografityzacji i prostych przedstawiających wskaźnik położenia stopu względem punktu eutektycznego.

Trzeba jednakże podkreślić, że współzależność ta nie jest dotychczas dostatecznie ściśle i jasno opracowana i zagadnienie to wymaga dalszych badań.

Literatura

1. Die Neue Giesserei 1948 Nr. 1.
2. T. Olszowski — Praca dyplomowa w A. G. H. — 1947 r.
3. Stahl und Eisen 1927, str. 1805/12 i 1984/97.
4. Iron Coal Trades Review 1929, t. 118, str. 667.
5. Foundry Trade Journal 1930, str. 44/45.
6. Dissertation Sachs. Bergakademie Freiberg 1933.
7. Internationaler Giessereikongres, Düsseldorf 1936, zesz. Nr 9.
8. Archiv Eisenhüttenwesen 1939/40, str. 85/87.
9. Die Giesserei 1942, Nr 20 i Nr 26.
10. Metal Progres 1947, str. 991.
11. Die Giesserei 1938, str. 585.
12. N. G. Girszowicz — Czugunnoje Litie. Maszgiz — 1949.
13. Hochwertiges Gusseisen 1942 — E. Piwo-warsky.
14. Litiejnoje Proizwodstwo Nr 11 — 1952 — str. 19.
15. Die Giesserei 1933, str. 373/76.
16. Die Giesserei 1933, str. 1—7.
17. Die Giesserei 1935, str. 421/28.
18. Die Giesserei 1939, str. 543/49. 20—21.
19. Litiejnoje Proizwodstwo Nr 7/1952, str. 20—21.
20. Foundry Trade Journal 1930, str. 25.
21. Przegląd Odlewnictwa Nr 1, 1954 r., str. 9—13.

Biblioteki techniczne zapewniają społeczne wykorzystanie książek i czasopism technicznych, pomagają robotnikom i inżynierom w pracy, młodzieży — w nauce

Wpływ zawartości gazów w żeliwie ciągliwym

Na podstawie literatury technicznej opisano przeprowadzone zagranicą badania nad zawartością gazów w żeliwie. Opisano metody kontroli zawartości gazów, wpływ topienia w różnych piecach odlewniczych oraz wpływ materiałów wsadowych na ich ilość występującą w żeliwie. Podano szkodliwy wpływ gazów na własności żeliwa, sposoby uniknięcia nadmiernego zagazowania metalu oraz metody ich usuwania.

Wstęp

Przy produkcji odlewów z żeliwa ciągliwego nie zwracano dotychczas uwagi na obecność gazów mogących znajdować się w żeliwie, często nie zdając sobie sprawy z ich szkodliwego wpływu. Okresowe występowanie takich wad jak porowatości, zwiększonego skurczu, pęknięcia, obniżenia leśności itp. tłumaczono nieokreślonym terminem „dziedziczności”, pochodzącej z niektórych materiałów wsadowych.

Już pierwsze badania J. E. Hursta [1] wykazały, że przy tym samym składzie chemicznym żeliwa i zachowaniu tych samych warunków topienia pewne partie odlewów wykazywały opisane wyżej wady, nie różniąc się pod względem własności fizycznych od pozostałych partii dobrych odlewów. Próby próżniowej ekstrakcji gazów przeprowadzone celem wykrycia ilości rozpuszczonego tlenu, azotu i wodoru wykazały w wadliwych odlewach niespotykane duże ilości rozpuszczonych gazów, szczególnie tlenu i wodoru.

W celu wprowadzenia do żeliwa tlenu najkorzystniejsze okazało się dodawanie do ciekłego metalu zgrzeliwy, tlenku żelaza lub tlenku manganu, natomiast przedmuchiwanie ciekłego metalu tlenem nie dawało wyników.

Wodór natomiast można wprowadzić do żeliwa przez przedmuchiwanie. Podobnie stosować można parę wodną oraz amoniak.

Azot wprowadza się do żeliwa w postaci związków — stosowano mieszaninę cjanamidu wapnia i węgla sodu (w stosunku 1:1) oraz żelazocjanek sodu. Gorsze wyniki daje nam cjanamid wapnia. Najlepiej stosować mieszaninę żelazocjanku sodu i węgla wapnia (w stosunku 1:1).

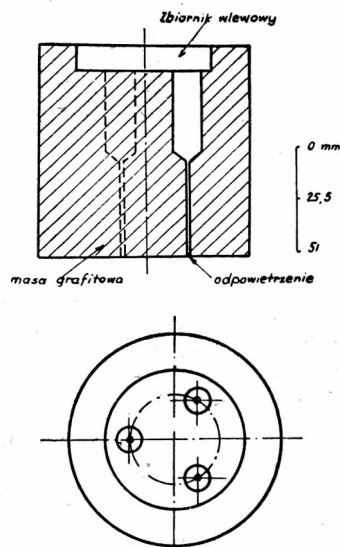
Ostatnio przeprowadzono szereg interesujących badań nad zawartością gazów w żeliwie. Wydaje się celowym zapoznanie się z wynikami tych badań, gdyż zawartość gazów w żeliwie ciągliwym ma szczególnie duże znaczenie dla produkcji.

Kontrola zawartości gazów w żeliwie

Kontrola zawartości gazów w żeliwie jest trudna do urzeczywistnienia, gdyż analiza chemiczna wymaga na ogół specjalnej aparatury. Metoda polega na próżniowej ekstrakcji gazów w wysokich temperaturach [2] — jedynie azot można oznaczać przez rozpuszczenie próbki i destylację amoniaku z alkalicznego roztworu [3]. Obszerne badania nad zawartością gazów (O_2 , N_2 i H_2) w różnych rodzajach żeliwa, wytapianych w różnych piecach przeprowadzili m. in. B. B. Bach [4] oraz L. W. L. Smith, B. B. Bach i J. V. Dawson [5]. Próbkę do badań odlewano w formie grafitowej (rys. 1) dawały dobre wyniki przy oznaczaniu tlenu i azotu. Wahania zawartości tlenu wynosiły $\pm 0,0003\%$ przy średniej zawartości $0,0016\%$ O_2 , zaś wahania zawar-

tości azotu $\pm 0,001\%$ przy średniej zawartości $0,0035\%$ N_2 . Natomiast wahania (względne) zawartości wodoru były jeszcze większe i wynosiły $0,00007\%$ przy średniej zawartości $0,00015\%$ H_2 [5].

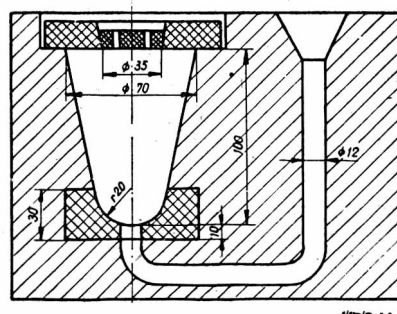
Co tyczy się zawartości wodoru, to uzyskane wyniki są niepewne ze względu na fakt, że znaczna część



Rys. 1. Sposób zaformowania próbki do oznaczania zawartości gazów w żeliwie

wodoru może wydzielć się zarówno podczas krzepnięcia i stygnięcia jak i z zimnej próbki. Jak wykazały badania [6] w próbkach żeliwa ciągliwego wykazujących po odlaniu 5 cm^3 wodoru na 100 g próbki po 13 miesiącach stwierdzono zaledwie $1\frac{1}{2}\text{ cm}^3$ na 100 g próbki.

Należy tu jednak w ogóle zaznaczyć, że wyniki analiz nawet tlenu i azotu mają prawdopodobnie także jedynie względny charakter. Stwierdzono bowiem, że przy krzepnięciu i stygnięciu część gazów ulatnia się, gdyż np. zaobserwowano różnicę pomiędzy zawartością tlenu w próbce odlanej w piasku (która wykazała $0,007\%$ O_2) i w kokili (która wykazała $0,012\%$ O_2). Stąd próbki do analizy gazów powinny być odlane ściśle w jednakowych warunkach.



Rys. 2. Sposób zaformowania próbki do badania skłonności żeliwa do tworzenia jam skurczowych

Ścisłe oznaczenie zawartości gazów w żeliwie nie może znaleźć obecnie zastosowania w przemyśle ze względu na brak odpowiedniej aparatury. Dlatego za-

leca się [6] stosowanie próby technologicznej do określenia skłonności żeliwa do tworzenia jamy skurczowej, gdyż zwiększona zawartość gazów w żeliwie powoduje wzrost skłonności do tworzenia wewnętrznych jam skurczowych. Próbę taką według A. Bordes [7] podano na rysunku 2.

Zawartość tlenu i azotu w surówce i jej wpływ na zawartość tych gazów w surowym odlewie

B. B. Bach [4] oprócz badań nad zawartością gazów w żeliwie badał również ich zawartości w surówkach wielkopieczowych. Stwierdził on, że surówki wielkopieczowe odlewnicze mogą zawierać $0,0005 \div 0,0015\%$ O_2 , $0,0018 \div 0,0046\%$ N_2 oraz $0,00012 \div 0,00016\%$ H_2 . Podobne wyniki otrzymał w przypadku surówki wysoko-

w zbliżonych granicach, przy czym jest ona zawsze wyższa niż w przetapianej surówce. Azot jednak, zwłaszcza przy wyższych zawartościach krzemu w żeliwie, odgrywa nieznaczną rolę, tworząc z krzemem trwałe nieszkodliwe związki.

Wpływ topienia na zawartość gazów w żeliwie

Ocenę jakości topienia w żeliwiaku często przeprowadza się na podstawie koloru żużla. Ciemny kolor żużla świadczy o dużej zawartości tlenku żelaza, co połączone jest z silnym utlenieniem, podczas gdy zielone zabarwienie żużla wskazuje na prawidłowy bieg żeliwiaka.

Jak wykazały badania [8] w żeliwie przetapianym w żeliwiaku zawartość tlenu wzrasta ze wzrostem FeO

Tablica 1

Rodzaj pieca do topienia	Zawartość gazów w surówce		Zawartość gazów w żeliwie	
	O_2 %	N_2 %	O_2 %	N_2 %
Piec obrotowy (na pył węglowy)	$0,0084 \div 0,012$	$0,003 \div 0,004$	$0,0017 \div 0,0030$	$0,006 \div 0,013$
Żeliwiak (zimny dmuch)	$0,0064 \div 0,0212$	$0,003 \div 0,004$	$0,0022 \div 0,014$	$0,004 \div 0,013$
Żeliwiak (gorący dmuch)	$0,0078 \div 0,015$	$0,003 \div 0,006$	$0,0027 \div 0,0054$	$0,004 \div 0,006$

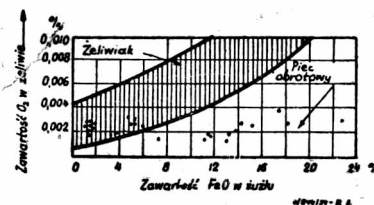
fosforowej ($1,12 \div 1,32\%$ P), a mianowicie: $0,0005$ do $0,0011\%$ O_2 , $0,0036 \div 0,0105\%$ N_2 , $0,00011$ do $0,00027\%$ H_2 .

Ponadto prowadzono [6] badania nad zależnością zawartości tlenu i azotu w surowym odlewie od ich zawartości w surówce hematytowej i rodzaju pieca do topienia. W badaniach tych przetapiano surówkę hematytową o zawartościach $0,0064 \div 0,012\%$ O_2 i $0,003 \div 0,006\%$ N_2 w żeliwiakach z zimnym i gorącym dmuchem oraz w piecu obrotowym opalanym pyłem węglowym. Niektóre wyniki tych badań podano w tablicy 1.

Z tablicy 1 wynika, że w surowym odlewie, niezależnie od rodzaju pieca do topienia, uzyskuje się niższą zawartość tlenu, aniżeli w surówce. Najniższą zawartość tlenu wykazuje żeliwo przetapiane w piecu obrotowym, nieco wyższą — w żeliwiaku z podgrzanym dmuchem, zaś najwyższą w żeliwiaku z zimnym dmuchem. Stwierdzono przy tym, że przy niewłaściwym prowadzeniu żeliwiaka z zimnym dmuchem można nawet uzyskać podwyższenie zawartości tlenu.

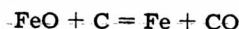
Zawartość azotu w surowym odlewie niezależnie od rodzaju pieca do topienia utrzymuje się mniej więcej

w żużlu, natomiast zawartość tlenu w żeliwie przetapianym w piecu obrotowym nie wykazuje tej zależności (rys. 3). Wyniki te potwierdzają badania P. Bardenheura i H. Reinhardta [9].



Rys. 3. Wpływ zawartości tlenku żelaza w żużlu na zawartość tlenu w żeliwie wytapianym w żeliwiaku i piecu obrotowym (na pył węglowy)

Natomiast redukcja tlenku żelaza w żeliwiaku zgodnie z równaniem



nie dochodzi do stanu równowagi i w żeliwie obserwuje się zawsze nadmiar tlenu.

W tablicy 2 zestawiono wyniki [4] analiz zawartości gazów w żeliwie wytapianym w żeliwiaku z zimnym i gorącym dmuchem. Stwierdzono tu również,

Tablica 2

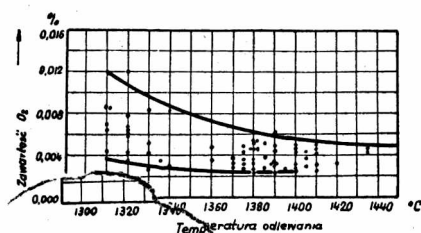
Rodzaj żeliwa	Rodzaj pieca	Skład chemiczny					Zawartość gazów %			Inne dodatki
		C	Si	Mn	P	S	O_2	N_2	H_2	
Żeliwo ciągliwe białe	Żeliwiak, gorący dmuch ($420^\circ C$)	2,86	0,59	0,37	0,111	0,241	0,0030	0,0121	0,00016	—
Żeliwo szare	Żeliwiak, zimny dmuch	3,18	2,15	0,51	0,35	0,075	0,0005	0,0011	0,00013	5,07% Al
„	„	3,13	2,33	0,79	0,095	0,089	0,0026	0,0065	0,00011	0,23% Cr
„	„	3,29	2,13	0,80	0,33	0,115	0,0006	0,0051	0,00012	—
Żeliwo szare (fosforowe)	Żeliwiak, gorący dmuch ($370^\circ C$)	3,52	2,13	0,31	1,06	0,077	0,0005	0,0011	0,00009	—
„	„	3,46	2,16	0,33	0,78	0,123	0,0006	0,0016	0,00008	—
„	Żeliwiak, zimny dmuch	3,52	2,38	0,40	0,76	0,064	0,0005	0,0020	0,00010	—
Żeliwo stopowe	„	3,21	2,19	0,60	0,54	0,120	0,0011	0,0042	0,00012	0,47% Cr, 0,12% Ni

że zwiększonemu zgarowi (spadek zawartości węgla, krzemu i manganu, podczas przetopu identycznych wsadów) towarzyszy znaczny wzrost zawartości tlenu w żeliwie.

Badania wykazały, że podczas jednego wytopu zawartość tlenu może się znacznie zmieniać (np. od $0,0014 \div 0,0026\%$ O_2).

Większe różnice mogą wystąpić w żeliwie z różnych wytopów. Podczas gdy przeprowadzone jednego dnia badania wykazały zawartość $0,0015 \div 0,0032\%$ O_2 , w innym dniu znaleziono tylko $0,0005 \div 0,0009\%$ O_2 [3].

Przy obniżonej temperaturze [10] żeliwa i związanej z tym niższej lejućności, tlenki nie zdążą wypłynąć, lecz pozostają w żeliwie powodując powstawanie pęcherzy gazowych oraz zwiększenie wewnętrznych jam skurczowych. Ten wpływ temperatury żeliwa na ilość tlenu w surowym odlewie widoczny jest na rysunku 4.



Rys. 4. Wpływ temperatury zalewania na zawartość tlenu w żeliwie

Należy jeszcze rozpatrzyć sposób prowadzenia żeliwiaka celem obniżenia zawartości gazów w żeliwie. Stworzenie wysokiej warstwy ochronnej żużla jest trudne a często niemożliwe. Dla uniknięcia nadmiernego utleniania i zagazowania metalu należy wytop prowadzić przy optymalnym dmuchu, stosując surówkę o wyższej zawartości krzemu, celem uniknięcia utleniania materiałów wsadowych ubogich w węgiel (żłom stalowy).

Tablica 3

L. p.	Dodatek Fe—Si (96% Si)	% O_2
1	bez dodatku	0,0060
	0,2% Fe—Si	0,0026
2	bez dodatku	0,0053
	0,2% Fe—Si	0,0043
3	bez dodatku	0,0105
	0,2% Fe—Si	0,0043
4	bez dodatku	0,0032
	0,2% Fe—Si	0,0031
5	bez dodatku	0,0048
	0,2% Fe—Si	0,0025
Dodatek aluminium		
6	bez dodatku	0,0140
	0,01% Al	0,0072
7	bez dodatku	0,0106
	0,005% Al	0,0086
8	bez dodatku	0,0091
9	bez dodatku	0,0135

Na ogół przyjmuje się, że obniżenie zawartości tlenu można uzyskać ponadto przez wprowadzenie do żeliwa odtleniaczy (Si, Al, Ti, Zr, B). W tablicy 3 podano przykłady obniżenia zawartości tlenu w żeliwie przez wprowadzenie żelazokrzemu i aluminium.

Ilości stosowanych odtleniaczy muszą być ściśle określone, gdyż nadmiar ich może powodować inne

wady jak np. w żeliwie ciągliwym zaszarzenia (Al, Si) lub trudności przy wyżarzaniu (B, Ti).

Duży wpływ posiada tutaj sposób wprowadzenia odtleniaczy do żeliwa. E. Piwowarsky [11] przeprowadził próby nad żeliwem przetopionym w żeliwiaku i prze-grzewanym w piecu elektrycznym (sposób Duplex). Wprowadzenie wapniokrzemu i żelazokrzemu do pieca elektrycznego nie miało wpływu na polepszenie jakości żeliwa, natomiast dodanie ich do kadzi lub na rynnę spustowej dało wyraźnie lepsze wyniki.

Wyższa zawartość gazów w żeliwie przetapianym w żeliwiaku aniżeli w żeliwie przetapianym w innych piecach (piec obrotowy, martenowski, elektryczny itp.) jest spowodowana tym, że w żeliwiaku powietrze dmuchu styka się bardziej bezpośrednio i łatwiej przenika do kropli stopionego metalu, przechodzących poprzez strefę topienia. Opierając się na tym przypuszczeniu T. Willems i współpracownicy uważają [8], że utlenianie kąpieli metalowej w tych piecach może zachodzić przede wszystkim w wyniku wprowadzenia tlenku żelaza (zgorzeliny) w złomie stalowym (rdza), jeśli spalanie nie jest prowadzone z dużym nadmiarem powietrza.

Przypuszczenia te potwierdzają badania W. J. Williams'a [12], który do ciekłego żeliwa wprowadzał różne dodatki zgorzeliny uzyskując przez to podwyższenie zawartości tlenu w żeliwie.

W tablicy 4 podano szereg analiz zawartości gazów w żeliwie (ciągliwym i szarym) wytapianym w różnych piecach [4]. Jak widać z tablicy 4 żeliwo ciągliwe wytapiane w piecu obrotowym wykazuje niską zawartość tlenu — poza tym zawartość tlenu w żeliwie nie zależy od zawartości FeO w żużlu (rys. 3). Natomiast przy zastosowaniu sposobu Duplex po przetopieniu w żeliwiaku zawartość tlenu jest wysoka, jednak po przegrzaniu w piecu elektrycznym zawartość tlenu wyraźnie spada. W żeliwie szarym zawartość tlenu jest w ogóle niska, co wiąże się przypuszczalnie z wyższą zawartością krzemu. Wysoka zawartość azotu w metalu może pochodzić z materiałów wsadowych.

Wpływ gazów na własności żeliwa

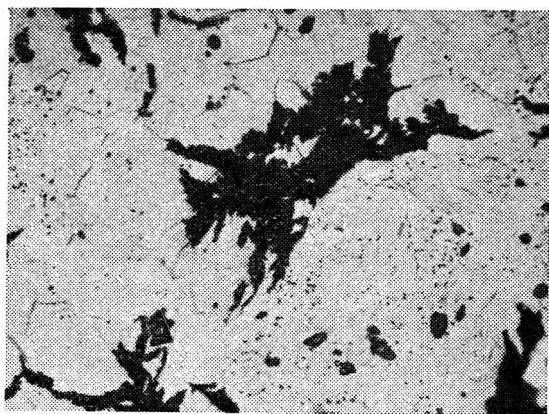
Jak przyjmuje się [13] żeliwo nadmiernie utlenione wykazuje gorszą lejućność, większą skłonność do zabielen, pęknięć i do tworzenia pęcherzy gazowych, wskutek wydzielania się tlenków węgla w wyniku reakcji tlenków żelaza z węglem w ciekłym metalu.

Już A. L. Boegehold [14] zaobserwował, że dodatek zgorzeliny zwiększa skłonność do zabielen, zaś w żeliwie ciągliwym przedłuża czas wyżarzania. Stabilizujący wpływ tlenu stwierdzili także E. A. Lange i R. W. Heine [15] — natomiast Williams [12] nie stwierdził wzrostu grubości warstwy zabielennej w żeliwie przy zwiększeniu zawartości tlenu od 0,001 do $0,009\%$ O_2 .

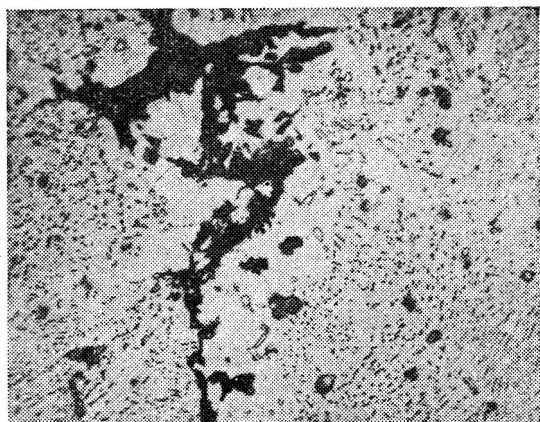
Korzystny wpływ na szybkość wyżarzania żeliwa ciągliwego ma odtlenianie żeliwa takimi dodatkami jak aluminium, tytan, bor itp. Ostatnie badania [5] wykazały, że żeliwo ciągliwe zawierające $0,007\%$ O_2 odtlenione dodatkiem 0,01% aluminium grafityzuje również szybko, jak nie odtlenione żeliwo, zawierające $0,001\%$ O_2 . Nie jest jednak pewne, czy proces ten polega na usunięciu tlenu — doświadczenia nie stwierdzono spadku zawartości tlenu po odtlenianiu żeliwa ciągliwego wytapianego w piecu obrotowym, jakkolwiek zabieg ten przyspieszał proces wyżarzania.

Rodzaj żeliwa	Rodzaj pieca do topienia	Skład chemiczny %					Zawartość gazów %			Inne dodatki
		C	Si	Mn	P	S	O ₂	N ₂	H ₂	
Żeliwo ciągliwe białe	Piec obrotowy (olejowy)	3,06	0,59	0,32	0,088	0,103	0,0032	0,0059	0,00016	0,01% Al
"	"	3,05	0,66	0,42	0,080	0,112	0,0008	0,0059	0,00011	—
Żeliwo ciągliwe czarne	Piec obrotowy „Sesci”	2,13	1,02	0,33	0,044	0,108	0,0018	0,0070	0,00012	ślady Al
"	Duplex: żeliwiak (zimny dmuch) + piec elektryczny (Efco-Heroult)	2,79	0,58	0,35	0,042	0,137	0,0104	0,0103	0,00011	—
		2,72	0,93	0,40	0,040	0,136	0,0014	0,0100	0,00009	—
"	Piec płomienny (paliwo stałe)	2,48	0,96	0,35	0,074	0,088	0,0007	0,0075	0,00015	—
Żeliwo ciągliwe perlityczne	"	2,53	0,92	1,05	0,067	0,114	0,0010	0,0089	0,00016	—
Żeliwo szare	Duplex: żeliwiak + piec elektryczny łukowy	3,40	2,27	0,90	0,14	0,098	0,0010	0,0070	0,00011	0,20% Cu, 0,04% Ti, 0,03%
		3,27	2,42	0,70	0,16	0,107	0,0008	0,0068	0,00014	0,16% Cu, 0,07% Ti, 0,03
"	Duplex: żeliwiak + piec elektryczny	3,38	2,05	0,78	0,57	0,121	0,0006	0,0016	0,00008	0,37% Cr, 0,06% Ni,
		3,18	2,28	0,70	0,59	0,122	0,0005	0,0020	0,00010	0,48% Cr, 0,12% Ni

W badaniach własnych autora [16] stwierdzono także, że dodatek aluminium do czarnego żeliwa ciągliwego, wytapianego w żeliwiaku przyspiesza grafityzację w pierwszym i drugim stadium (rys. 5 i 6).



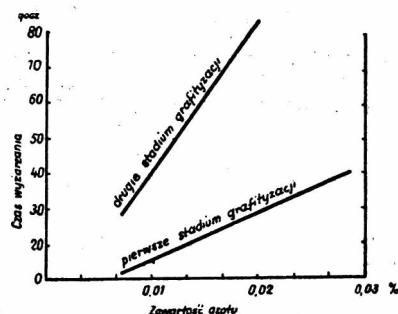
Rys. 5. Struktura żeliwa odtlenionego dodatkiem 0,02% aluminium, traw. azot. pow. 500 ×



Rys. 6. Struktura żeliwa nieodtlenionego, traw. azot. pow. 500 ×

gliwym. Przez modyfikowanie przetlenionego żeliwa dodatkiem żelazokrzemu uzyskuje się przyspieszenie procesu grafityzacji.

Wodór podobnie jak tlen działa stabilizująco i zwiększa skłonność żeliwa do zabielen — powoduje ponadto występowanie pęcherzy gazowych. H. A. Schwartz i współpracownicy [19] wykazali, że wodór w żeliwie ciągliwym utrudnia wyżarzanie. Podobny wpływ ma nawet wodór znajdujący się w atmosferze pieców do wyżarzania [19]. C. A. Zapffe i C. E. Sims [20] stwierdzili, że wzrost zawartości wodoru wdmuchiwanego do żeliwa powoduje wzrost porowatości metalu. Wpływ ten może być usunięty przez



Rys. 7. Wpływ zawartości azotu na czas wyżarzania żeliwa ciągliwego w pierwszym i drugim stadium grafityzacji

następujące po tym przedmuchiwanie metalu azotem.

Dokładniejsze dane o wpływie azotu w żeliwie uzyskano dopiero na podstawie ostatnich badań L. W. I. Smitha, B. B. Bacha i J. W. Dawsona [5]. Azot działa także stabilizująco, zwiększa skłonność do zabielen oraz utrudnia proces wyżarzania żeliwa ciągliwego (rys. 7). Ponadto powoduje występowanie pęcherzy gazowych. Dodatek aluminium neutralizujący wpływ azotu — np. celem zneutralizowania wpływu zawartości 0,015% na skłonność żeliwa do zabielen dostatecznym był dodatek 0,05% Al. Podobny wpływ ma tytan, podczas gdy dodatek boru nie wykazał wi- docznego działania.

J. Kraus i J. Celeda [17] zalecają nawet celowo podczas wytapiania wytwarzać tlenki w żeliwie cią-

Także i w przypadku grafityzacji w stanie stałym podczas wyżarzania żeliwa ciągliwego dodatek aluminium neutralizuje ujemny wpływ azotu. W ten sposób dodawanie do żeliwa ciągliwego aluminium ma podwójnie korzystny wpływ; przeciwdziałający ujemnym skutkom zarówno zawartości tlenu jak i azotu.

W żeliwie szarym natomiast azot ma raczej korzystny wpływ na postać grafitu i strukturę osnowy powodując wzrost własności wytrzymałościowych.

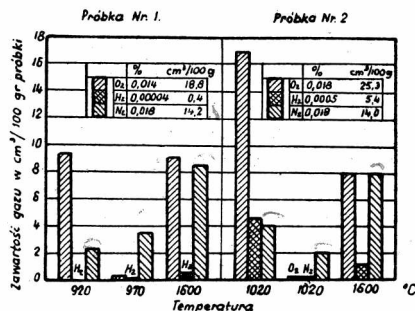
Badania nad tlenkowymi wtrąceniami niemetalicznymi w żeliwie

Ciekawe wyniki otrzymano przeprowadzając próby stopniowej ekstrakcji próżniowej gazów z próbek żeliwa ciągliwego [6].

Pierwszy stopień ekstrakcji przeprowadzono w ten sposób, że próbki żeliwa ciągliwego wytrzymywano w próżni przy temperaturze 920 lub 1020°C w ciągu 15 minut, zaś zebrany gaz analizowano, po czym przy tej samej temperaturze wytrzymywano dalsze 15 minut i zebrany gaz analizowano ponownie.

Następnie przeprowadzano dalszą próbę ekstrakcji przy temperaturze 1600°C. Do badań dobrano próbki z mniejszą i wyższą zawartością gazów.

Po wykonaniu analizy stwierdzono, że próbki o niższej zawartości tlenu przy ekstrakcji próżniowej przy 920 lub 1020°C tracą tylko niewielką część zawartego tlenu, podczas gdy bogatsze w tlen tracą go więcej aniżeli połowę całkowitej jego zawartości.



Rys. 8. Wyniki stopniowej ekstrakcji gazów w żeliwie ciągliwym o większej zawartości gazów. Przeważająca część gazów wydzielą się przy temperaturze poniżej 1020 °C

Podobne zjawisko obrazuje się w przypadku azotu. Na rysunku 8 podano wyniki badań ekstrakcji dla dwóch próbek żeliwa ciągliwego o większej zawartości gazów. Przeważająca część gazów wydzielą się przy ekstrakcji poniżej 1020°C.

Ponadto w drugiej próbce (prawa część rysunku 8) wykonano dwukrotnie ekstrakcję przy temperaturze 1020°C, powtórna ekstrakcja nie wykazała prawie wydzielania tlenu i wodoru, co świadczy, że już przy pierwszej ekstrakcji proces ten zaszedł do końca.

Wodór przy niższych temperaturach nie został całkowicie usunięty, co nastąpiło dopiero przy temperaturze 1600°C.

Na podstawie powyższych prób stwierdzono [21], że tlen znajduje się w żeliwie w różnych połączeniach. Część istniejących tlenków może rozkładać się jeszcze w stanie stałym przy temperaturze 920÷1040°C; mogą to być prawdopodobnie tlenki żelaza i manganu. Pozostałe tlenki, tj. tlenki krzemu i aluminium rozkładają się dopiero przy temperaturze 1600°C. Celem stwierdzenia identyfikacji istniejących w żeliwie wtrąceń niemetalicznych przeprowadzono badania [6] me-

talograficzne, które wykazały, obok pewnych ilości siarczków (manganu) także obecność tlenków krzemu o kształcie drobnych kulek koloru jasnego. Tlenki te wykazują charakterystyczne obrazy interferencyjne w świetle spolaryzowanym. Dalsze badania wykazały drobne różowawe wtrącenia, często otoczone siarczkami manganu, które w nowszych badaniach zostały uznane jako azotki i węgliki tytanu. Prawie we wszystkich próbach obserwowano mniej więcej te same ilości tych wtrąceń. Tlenki i siarczki żelaza wskutek niższej temperatury topliwości zbierają się zwykle na granicach ziarn.

Wnioski

Przeprowadzone zagranicą badania powinny zwrócić uwagę naszych odlewników na zawartość gazów w żeliwie. Należy w tym celu przeanalizować sposób przeprowadzenia wytopów w piecach odlewniczych pod kątem zmniejszenia zagazowania metalu. Słuszne byłoby także prowadzenie technologicznych prób na skłonność żeliwa do tworzenia wewnętrznej jamy skurczowej, wskazującej w sposób pośredni na zawartość gazów w żeliwie.

Literatura

1. Kleeman — Foundry, 1951 str. 101
2. Bach B. B., Dawson J. V i Smith L. W. L. — Journal of the Iron and Steel Institute, 1945, 176, str. 257
3. Winkle H. J. i Bach B. B. — Journal of Research and Development BCIRA, 1953, 4, str. 553
4. Bach B. B. — Journal of Research and Development BCIRA, t. 5, 1953, nr 2, str. 45
5. Smith L. W. L., Bach B. B. i Dawson J. V. — Foundry Trade Journal, 1954, nr 1957, str. 233
6. Siegiel H. — Giesserei, 1953, nr 20, str. 516
7. Bordes A. — Giesserei, 39, 1952, nr 9, str. 201
8. Willems J., Paschke M., Pfannenschmidt C. W. — Giesserei, 1953, nr 20, str. 510
9. Bardenheuer P. i Reinhardt H. — Giesserei, 22, 1935, nr 3, str. 45
10. Metallurgie 1938, 98, nr 2, str. 104
11. Piwowarsky E. — Giesserei, 27, 1940, nr 2, str. 21
12. Williams W. J. — Journal of Research and Development BCIRA, 1953, t. 5, nr 2
13. Moldenke R. — Principles of Iron Founding, Mc. Graw-Hill, New York 1930
14. Boegehold A. L. — Trans. American Society for Metals, 1938, 26, str. 1048
15. Lange E. A. i Heine R. W. — Trans. American Foundrymen's Society, 1951, 59, str. 472
16. Rączka J. — Przegląd Odlewnictwa, 1954, nr 4, str. 99
17. Kraus J. i Celeda J. — Sprawozdanie zbiorowe uczestników delegacji polskiej na Międzynarodowy Kongres w Pradze, Kraków, 1948, str. 23
18. Schwartz H. A., Guiler G. M. i Barnett M. K. — Trans. American Society for Metals, 1940, 28, str. 811
19. Palmer S. W. — Journal of Research and Development BCIRA, 1953, t. 5, str. 26
20. Zapffe C. A. i Sims E. E. — Trans. American Foundrymen's Association, 1945, 51, str. 517
21. Hume-Rothery W., Raynor G. V. i Little A. T. — Journal of the Iron and Steel Institute, 1942, str. 129.

Pojemnościowe suszenie rdzeni

Omówienie dotychczasowych metod suszenia rdzeni z podaniem ich wad i zalet. Zasada nagrzewania pojemnościowego, zasadnicze zależności. Fizykochemiczne i cieplne zjawiska zachodzące w mieszaninie w czasie suszenia. Technologia suszenia pojemnościowego rdzeni oraz opis suszarek. Ocena techniczno-ekonomiczna metody i wnioski gospodarcze.

1. Wstęp

Nagrzewanie pojemnościowe jest jedną z najbardziej nowoczesnych metod elektrotermicznych. Cechuje ją przede wszystkim wielka prędkość i równomierność nagrzewania, możliwość bezstykowego przenoszenia mocy do wsadu oraz czystość w eksploatacji.

Atrakcyjność tych zalet spowodowała, że w laboratoriach naukowych w ostatnim dziesięcioleciu przeprowadzono szereg poważnych badań nad celowością i możliwością wprowadzenia jej do różnych zastosowań przemysłowych szczególnie tam, gdzie zawodziły dotychczas stosowane metody nagrzewania. W zasięgu tych prac znalazły się próby zastosowania grzejnictwa pojemnościowego także do suszenia rdzeni formierskich.

W warunkach krajowych metoda ta była prawie zupełnie nieznana i to zarówno w skali przemysłowej jak i laboratoryjnej.

Obecnie Zakład Elektrotermii Instytutu Elektrotechniki w Warszawie przy współpracy Instytutu Odlewnictwa w Krakowie rozpoczął próby, mające za zadanie określenie celowości i możliwości wprowadzenia pojemnościowej metody suszenia rdzeni formierskich w odlewniach krajowych.

2. Dotychczasowe metody suszenia rdzeni formierskich

Rdzenie średnie i małe, formowane przeważnie maszynowo, suszy się w suszarkach przelotowych typu poziomego lub pionowego, przy czym te ostatnie ze względu na ekonomię miejsca są częściej stosowane. Przenośnik dostarcza rdzenie aż do przedśionka suszarki, gdzie o pionowym kierunku ruchu półki podchwytyjają podstawki z rdzeniami i przenoszą je wzdłuż nagrzanej komory. Czas trwania cyklu pracy suszarki przelotowej zależy od wielkości rdzeni, ich wilgotności i przepuszczalności oraz sposobu ogrzewania i na ogół zawiera się w granicach 1÷3 godzin. Temperatura suszenia rdzeni zależy przede wszystkim od rodzaju spoiwa i na ogół nie przekracza 250°C.

Trudności napotykane przy produkcji rdzeni można podzielić na dwie grupy:

- spowodowane pośrednim charakterem nagrzewania w dotychczasowych metodach suszenia,
- spowodowane własnościami spoiw dotychczas stosowanych.

Do pierwszej z nich należy zaliczyć:

- nierównomierność porzecznego rozkładu temperatur w komorze suszarni, co powoduje niefunkcyjny stopień wysuszenia rdzeni w poszczególnych częściach komory,
- nierównomierny rozkład temperatur w rdzeniu, co powoduje, że rdzenie często są wysuszone tylko w warstwach zewnętrznych, podczas gdy wewnątrz pozostało jeszcze wilgotne,

- długi czas suszenia i stosunkowo mała przelotność suszarni.

Do drugiej zaliczamy:

- konieczność pozostawiania w rdzeniach znacznych kanałów odpowietrzających, w celu umożliwienia odgazowania spoiwa po zalaniu formy metalem,
- trudność otrzymania rdzeni o małej tolerancji wymiarów wobec znacznego skurczu masy przy suszeniu,
- możliwość użycia rdzeni do dalszej pracy dopiero po ich ostudzeniu.

Trudności grupy drugiej znacznie się zmniejszają przy stosowaniu spoiwa z żywic sztucznych, lecz spoiwa takie są używane przy obecnych metodach suszenia jeszcze stosunkowo rzadko.

Wszystkie wyżej wymienione trudności występują szczególnie ostro przy wykonywaniu rdzeni do form dla odlewów precyzyjnych, o kształtach skomplikowanych, a w tym właśnie zastosowaniu pojemnościowa metoda nagrzewania wykazuje szczególnie cenne zalety.

3. Suszenie rdzeni formierskich metodą pośrednią i bezpośrednią

Energia cieplna może być dostarczona do nagrzewanego ciała w zasadzie dwoma sposobami:

- przez dopływ ciepła z ciała gorętszego; sposób ten nosi nazwę nagrzewania pośredniego,
- przez wytworzenie ciepła od razu w tym ciele, którego temperaturę chcemy podnieść; sposób ten nosi nazwę nagrzewania bezpośredniego.

Typowym przypadkiem nagrzewania pośredniego jest suszenie rdzeni w przewiewowych suszarkach, gdzie rozgrzane spaliny przez unoszenie ogrzewają rdzenie, a zarazem odprowadzają gazy, wydzielające się przy suszeniu. Podobny przebieg ma suszenie w elektrycznych suszarkach przewiewowych.

O ile przy nagrzewaniu pośrednim źródła energii cieplnej mogą być różnego rodzaju, to przy nagrzewaniu bezpośrednim w przeważającej większości przypadków ciepło w materiale nagrzewanym wytwarza się z energii elektrycznej. W przypadku nagrzewania pojemnościowego jest to energia pola elektrycznego wielkiej częstotliwości, występującego między elektrodami kondensatora grzejnego.

Cechą charakterystyczną nagrzewania pośredniego jest powolne i stopniowe przenikanie ciepła od warstw zewnętrznych ku warstwom wewnętrznym ciała. Czas, w ciągu którego nastąpi wyrównanie się temperatur we wsadzie, zależy od rozmiarów wsadu i jego przewodności cieplnej; na ogół czas ten jest bardzo długi. Ponadto zawsze zachodzi obawa przegrzania warstw zewnętrznych i niedogrzenia wnętrza materiału.

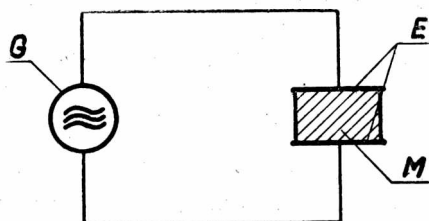
Przy nagrzewaniu bezpośrednim metodą pojemnościową ciepło wytwarza się jednocześnie w każdej cząsteczce nagrzewanego materiału, zarówno w jego warstwach wewnętrznych jak i zewnętrznych. Jednak, praktycznie biorąc, między temperaturą wnętrza i powierzchni przedmiotu występują pewne różnice, spowodowane oddawaniem ciepła do otoczenia przez

powierzchnię nagrzewanego ciała. Dzięki jednoczesności nagrzewania się ciała w całej jego masie czas nagrzewania metodą pojemnościową jest znacznie krótszy, niż przy nagrzewaniu pośrednim.

4. Zasada nagrzewania pojemnościowego

Przy nagrzewaniu pojemnościowym wykorzystuje się, znane od dawna i szkodliwe dla pracy urządzeń elektrycznych innego rodzaju, zjawisko strat dielektrycznych, występujące w dielektrykach znajdujących się w zmiennym polu elektrycznym.

Gdy do elektrod kondensatora przyłożymy napięcie szybkozmienne, to pole elektryczne w dielektryku będzie się zmieniać z częstotliwością, równą często-



Rys. 1. Zasada nagrzewania pojemnościowego. G — generator wielkiej częstotliwości, E — elektrody kondensatora, M — nagrzewany wsad

tliwości napięcia zasilającego kondensator, a więc w taki sam sposób będzie się zmieniać polaryzacja dielektryka. Jest to równoznaczne z drganiem cząsteczek elementarnych dielektryka i odbywa się kosztem energii pola zewnętrznego. Jak wiadomo, stan cieplny ciała związany jest ściśle z ruchem jego cząsteczek, a zatem zwiększenie ruchliwości cząsteczek, tj. ich energii kinetycznej powoduje w rezultacie nagrzewanie się ciała i podwyższenie jego temperatury.

Pod względem ilościowym moc wydzielaną w dielektryku określa wzór:

$$p = 0,55 \cdot 10^{-12} \cdot E^2 \cdot f \cdot \varepsilon \operatorname{tg} \delta$$

gdzie:

- p — moc jednostkowa, czyli stosunek mocy cieplnej do objętości wsadu (W/cm^3),
- E — natężenie pola elektrycznego, tj. stosunek napięcia między elektrodami kondensatora płaskiego do grubości dielektryka (V/cm),
- f — częstotliwość źródła zasilającego (Hz),
- ε — przenikalność dielektryczna wsadu,
- $\operatorname{tg} \delta$ — współczynnik strat dielektrycznych wsadu.

Jak wynika z powyższego wzoru, na ilość ciepła wytworzonego w dielektryku mają wpływ czynniki zależne od własności nagrzewanego ciała ($\varepsilon \operatorname{tg} \delta$) i czynniki zależne od własności źródła energii (E, f). Iloczyn $\varepsilon \operatorname{tg} \delta$ nazywamy stratnością dielektryczną. W określonych warunkach współczynnik ten dla danego ciała jednorodnego stanowi jego cechę charakterystyczną; natomiast w niektórych ciałach niejednorodnych, np. wszelkiego rodzaju mieszkach można zmieniać w pewnych granicach jego wartość przez odpowiedni dobór składników.

Z dwóch ostatnich parametrów, częstotliwość dla danego typu generatora jest na ogół wartością stałą, której zmiana jest praktycznie bardzo trudna. Wybór typu, a więc mocy i częstotliwości generatora zależy także od rozmiarów wsadu. Generatory pojemnościowe budowane są na częstotliwości ustalone przepisami

międzynarodowymi; dobór generatora odpowiedniego dla danego procesu technologicznego nie przedstawia na ogół większych trudności.

Jako czynnik, którym możemy regulować przebieg procesu nagrzewania, pozostaje więc jedynie napięcie. Napięcie ma najwyższy wpływ na ilość ciepła wydzielanego w materiale, gdyż we wzorze na moc jednostkową występuje w drugiej potęgze. Aby uniknąć przebicia wsadu i przeskoku iskry między elektrodami kondensatora grzejnego stosuje się natężenie pola, mniejsze od wartości wytrzymałości dielektrycznej nagrzewanego materiału, nie przekraczające na ogół wartości $1000 \div 2000 \text{ V/cm}$. Wartość natężenia pola we wsadzie zmienia się przez zmianę zaczepów na stronie pierwotnej transformatora zasilającego anody lamp oscylacyjnych generatora, bądź też w urządzeniach nowoczesnych przez regulację ciągłą za pomocą układów tyratronowych.

5. Zjawiska cieplne zachodzące w masie w czasie suszenia rdzeni

Cechy wytrzymałościowe rdzeni zależą przede wszystkim od ilości i rodzaju spoiwa. Przy pojemnościowym suszeniu rdzeni używa się jako spoiwa wyłącznie roztworów żywic termoreaktywnych. Do zwykłych rdzeni używa się masę o mniejszej zawartości żywicy, natomiast rdzenie o kształtach bardziej skomplikowanych wymagają większej ilości spoiwa, dochodzącej do kilku procent ogólnego ciężaru masy rdzeniowej.

Należy tu wyjaśnić, że określanie pojemnościowej obróbki rdzeni mianem suszenia jest niezupełnie ścisłe, gdyż oprócz odparowania wody i rozpuszczalnika, tj. prócz właściwego suszenia w czasie nagrzewania zachodzą w żywicach reakcje kondensacyjno-polimeryzacyjne. Ustalono, że najlepsze wyniki dają spoiwa z roztworów żywic fenolowych lub mocznikowo-formaldehadowych. Są one mało higroskopijne, a spoiwa z żywic mocznikowo-formaldehadowych mają ponad to tę szczególnie cenną zaletę, że ich cechy wytrzymałościowe nie zmieniają się w sposób widoczny nawet w przypadku przetrzymania rdzeni przez czas dłuższy w temperaturze polimeryzacji po zakończeniu procesu.

Spoiwa z żywic termoreaktywnych różnią się zasadniczo od spoiw dotychczas używanych, co w pewnym stopniu wpływa na technologię produkcji rdzeni. W spoiwie mocznikowo-formaldehadowym przy podgrzaniu go przez przeciąg kilku minut do odpowiedniej temperatury, która zależy od rodzaju spoiwa zawiera się w granicach $100 \div 150^\circ$, może nastąpić pełna polimeryzacja, zapewniająca masie pożądaną własność. Natomiast przekroczenie temperatury polimeryzacji już o 20% powoduje rozpad żywicy, co w znacznym stopniu utrudnia stosowanie tego rodzaju spoiwa do wyrobu rdzeni, suszonych w zwykłych suszarkach przewiewowych o nie dość równomiernym rozkładzie temperatury w komorze grzejnej. W suszarkach pojemnościowych, pomimo bardzo dużej prędkości nagrzewania, nie zachodzi niebezpieczeństwo przegrzania, gdyż przy zastosowaniu stosunkowo prostych samoczynnych urządzeń zabezpieczających można za- trzymać wzrost temperatury na określonej wartości.

Sam przebieg nagrzewania masy jest zależny od jej składu. Jak wiemy masa ta zawiera różne składniki w ustalonej proporcji, z których najważniejsze są piasek, woda i żywica sztuczna. Każda z tych sub-

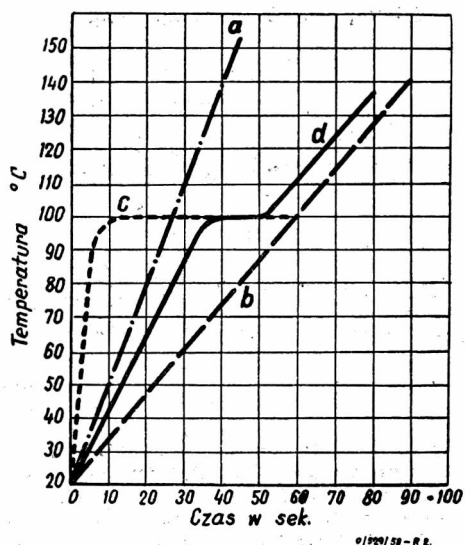
stancji, umieszczona w polu wysokiej częstotliwości, nagrzewa się z taką prędkością, jaka wynika z wartości ich stratności dielektrycznej, a więc tym szybciej im wartości te będą większe. Jak wynika z tablicy 1 największą stratnością dielektryczną ma woda, następnie żywica, najmniejszą zaś piasek. Na rysunku 2 podane są krzywe przedstawiające zależność wzrostu temperatury od czasu nagrzewania dla poszczególnych składników masy rdzeniowej. Jak wynika z rysunku 2 procesy kondensacyjno-polimeryzacyjne żywicy mogą się właściwie rozpocząć dopiero po odparowaniu wody.

Tablica 1

Własności dielektryczne i ciepne materiałów używanych do wyrobów rdzeni

Lp	Materiał	Przenikalność dielektryczna ϵ	Wsp. strat. dielektr. $\text{tg } \delta$	Stratność dielektr. $\epsilon \text{ tg } \delta$	Ciepło wł. kcal/kg °C
1	Żywica fenolowo-formaldechydowa	5,5	0,01÷0,05	0,055÷0,275	0,35÷0,4
2	Żywica mocznikowo-formaldechydowa	4,5	0,05÷0,1	0,225÷0,45	0,35÷0,4
3	Klej mocznikowy	26,0	0,85	22,1	1,0
4	Piasek kwarcowy suchy	4,0	0,0003	0,0012	0,19÷0,2
5	Woda destylowana	80,0	0,003	0,24	1,0
6	Woda studzienna miękka	80,0	10	800	1,0

Na rysunku 3 podana jest zależność między ilością energii cieplnej, zużytej przy suszeniu rdzeni, a zawartością wody w masie przy następujących założeniach: ciepło właściwe żywicy 0,4 kcal/kg °C, piasku

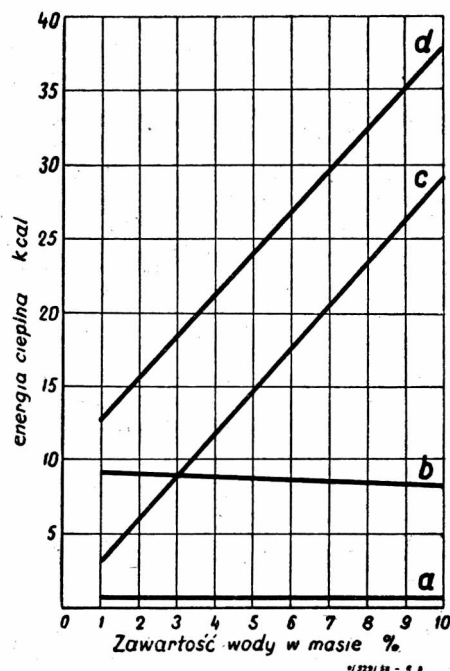


Rys. 2. Zależność temperatury od czasu nagrzewania dla poszczególnych składników masy rdzeniowej, a — żywica sztuczna, b — piasek, c — woda, d — krzywa wypadkowa dla masy

kwarcowego 0,2 kcal/kg °C; zawartość żywicy w masie 1,5%, temperatura polimeryzacji żywicy 121 °C, ilość masy 0,45 kg.

Z analizy krzywych podanych na rysunku wynika, że już od 3% zawartości wody w masie, przeważającą część energii cieplnej zużytej przy suszeniu absorbuje woda. Tłumaczy się to tym, że przy suszeniu masy za-

potrzebowanie ciepła przez wszystkie jej składniki nie jest jednakowe. Podczas gdy piasek i żywica są tylko podgrzewane, to woda oprócz tego ulega całkowitemu odparowaniu, na co potrzebna jest energia



Rys. 3. Zależność zużycia ciepła przy suszeniu rdzeni od zawartości wody w masie dla a — utwardzenia żywicy, b — nagrzania piasku, c — odparowania wody, d — nagrzania całej mieszanki

cięplna. Dla wody ciepło parowania wynosi 540 kcal/kg, co powoduje niewspółmierne większe zużycie energii cieplnej na parowanie niż na nagrzewanie.

Z rozważań tych wynika wniosek, że dla zmniejszenia zużycia energii i uzyskania prawidłowych wyników suszenia rdzeni należy spełnić następujące warunki:

- ilość wody w masie powinna być jak najmniejsza,
- temperatura polimeryzacji żywicy powinna być większa od 100°C, aby proces utwardzania masy nie zachodził, dopóki woda nie odparuje całkowicie.

6. Przebieg procesu pojemnościowego suszenia rdzeni

Orientacyjne zasady przebiegu procesu produkcyjnego przedstawiają się następująco.

Piasek kwarcowy miesza się w odpowiedniej proporcji ze spoiwem, wodą oraz innymi składnikami, zapewniającymi rdzeniowi pożądane własności, a następnie z masy tej formuje się żądany rdzeń. Wilgotny surowy rdzeń umieszcza się w komorze suszarki między elektrodami kondensatora grzejnego, gdzie pod działaniem szybkozmiennego pola elektrycznego nagrzewa się i suszy. W żywicach pod wpływem temperatury zachodzą reakcje chemiczne, w wyniku czego rdzeń twardnieje jednolicie w całej swej objętości.

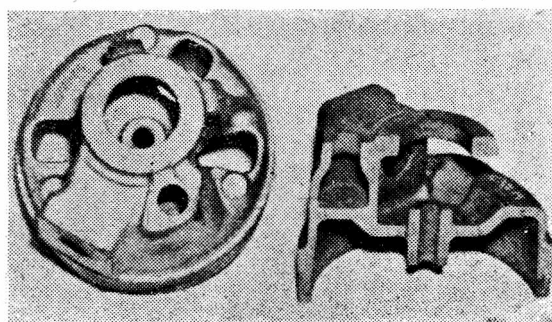
Dla przykładu podany jest poniżej sposób produkcji rdzeni do form, przeznaczonych do odlewania części lodówek (rys. 4 i 5), stosowany z powodzeniem w jednej z odlewni zagranicznych, przy czym podkreślić należy, że rdzeń wytwarzane tym sposobem, a na-

Skład piasku kwarcowego do wyrobu rdzeni

Wielkość sita używanego do odsiewu w jednostkach A. F. S.	40	50	70	100	140	200	270	pył
Odpowiadająca wielkość ziarna w mikronach	420	300	210	150	105	75	53	—
Pozostałość na sicie w procentach	1	2	23	41	23	6	3	1

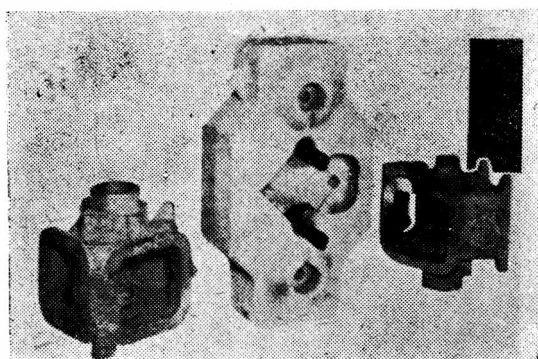
stopnie suszone pojemnościowo, okazały się lepsze od dotychczasowych, produkowanych innymi metodami.

Piasek, spoiwo, mąkę i kwas borny w proporcjach podanych w tablicy 2 zsypano razem i mieszano w ciągu dwóch minut, a następnie dolano wodę i mie-



Rys. 4. Odlew części lodówki, wykonany przy zastosowaniu rdzeni suszonych pojemnościowo. Rysunek po prawej stronie przedstawia przekrój rdzenia

szano przez 1 minutę; z kolei dolano naftę i mieszano wszystko razem przez 40 sekund. Po szeregu prób ustalono, że wyżej podany sposób przyrządzania masy



Rys. 5. Rdzeń do produkcji części lodówki wraz z odlewami z niego wykonanymi

okazał się najlepszy, a każde odchylenie od podanej recepty, odbijało się ujemnie na właściwościach rdzenia. Kwas borny zabezpieczał rdzenie od wchłaniania wilgoci.

Tablica 2

Zestawienie ilościowe składników masy rdzeniowej

Lp	Nazwa składnika	Ilość %
1	Piasek kwarcowy suchy	93
2	Żywica mocznikowo-formaldehydowa	2,2
3	Mąka kukurydziana	0,8
4	Sproszkowany kwas borny	0,2
5	Nafta	0,7
6	Woda	3,1
	Razem	100,0

Ze względu na to, że wyniki nagrzewania pojemnościowego w bardzo dużym stopniu zależą od jednorodności fizycznej i elektrycznej nagrzewanej masy, duży nacisk położono na możliwie dokładne wymieszanie składników.

Skład ziarnowy piasku kwarcowego podano w tablicy 3.

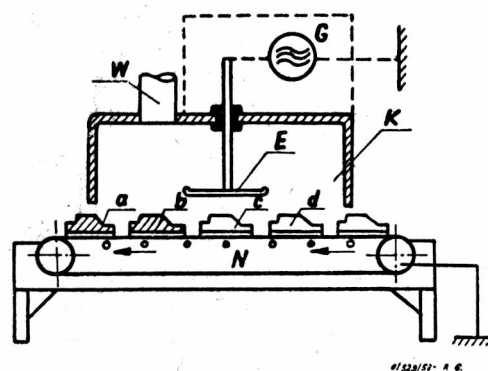
7. Urządzenia do pojemnościowego suszenia rdzeni

Suszarki pojemnościowe do suszenia rdzeni dzielimy na komorowe i bezkomorowe.

Suszarki pojemnościowe komorowe, czyli grzejniki pojemnościowe komorowe składają się z generatora jako źródła energii wysokiej częstotliwości oraz kondensatora grzejnego zainstalowanego w komorze, tj. przestrzeni, ograniczonej ścianami, utrudniającymi odpływ ciepła do otoczenia.

Suszarki pojemnościowe bezkomorowe, czyli nagrzewnice pojemnościowe składają się z generatora i kondensatora grzejnego wraz z konstrukcją wsporczą, przy czym ze względu na brak komory ciepło ze wsadu swobodnie przechodzi do otoczenia; powoduje to znaczne straty ciepła, co prowadzi z kolei do większego zużycia kosztownej energii wysokiej częstotliwości i dlatego ten typ suszarek nie jest na ogół używany.

Obydwa rodzaje urządzeń, zależnie od potrzeb procesu produkcyjnego, mogą być budowane na pracę ciągłą jako przelotowe, lub pracować przy wsadzie ładowanym jednorazowo. Generator zależnie od potrzeby może stanowić ich część integralną, bądź łączyć się z nimi tylko przewodami zasilającymi, stanowiąc oddzielną całość konstrukcyjną.



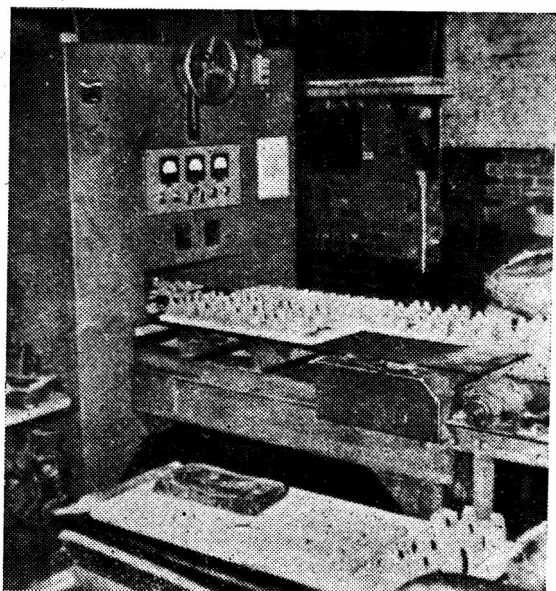
Rys. 6. Zasada działania suszarki pojemnościowej do rdzeni: a — rdzeń wysuszony, b — rdzeń stygnący, c — rdzeń nagrzewany, d — rdzeń wilgotny, K — komora suszarki, W — wyciąg gazów, E — górna elektroda kondensatora, N — taśma nośna (zarazem dolna elektroda kondensatora), G — generator wielkiej częstotliwości

Suszarki pojemnościowe do rdzeni z reguły zawierają w sobie generator, co jest celowe zarówno z punktu widzenia eksploatacyjnego jak i energetycznego. Moc generatora do tego rodzaju urządzeń zawiera się w granicach 10÷30 kW przy ustalonej częstotliwości roboczej w paśmie 10÷20 MHz. Generatory zaopatrzone są w samoczynne urządzenia zabezpieczające, kontrolne i sterujące, zapewniające prawidłowość warunków pracy urządzenia.

Zasada budowy suszarki pojemnościowej do rdzeni przedstawiona jest na rysunku 6.

Generator, umieszczony w górnej części suszarki nad komorą grzejną, zasila kondensator grzejny, którego dolną elektrodę stanowi ruchoma taśma metalowa przenośnika. Elektroda górna, osadzona w stropie komory, jest ruchoma; można ją przesuwac wzdłuż osi pionowej, regulując przez to jej odległość od suszonych rdzeni. Komora od dołu zamknięta jest taśmą nośną, której zadaniem jest przesuwanie rdzeni między elektrodami kondensatora grzejnego.

Na wyżej wymienionej zasadzie oparte jest urządzenie przedstawione na rysunku 7.



Rys. 7. Suszarka pojemnościowa do rdzeni w wykonaniu przemysłowym

Rdzenie o wysokości nie przekraczającej 15 cm ustawia się na podstawce wykonanej ze specjalnego materiału ceramicznego o rozmiarach $40 \times 60 \times 1,25$ cm, jeden obok drugiego, a następnie podstawkę z rdzeniami umieszcza się na taśmie nośnej. Taśma ta porusza się skokami, i jest sterowana dawkownikiem czasu w ten sposób, że przy ruchu taśmy umieszczona na niej podstawka z rdzeniami zostaje wsunięta całkowicie między elektrody kondensatora. W tym momencie odpowiedni przełącznik, którego działanie uzgodnione jest z ruchem taśmy, włącza na kondensator napięcie szybkozmiennne, co powoduje nagrzewanie się podstawki i rdzeni. Intensywne odparowywanie wody z masy rozpoczyna się już po upływie 20 sekund a kończy się po upływie pierwszej minuty nagrzewania. Z tą chwilą rozpoczyna się dalszy wzrost temperatury masy, która po 90 sekundach doprowadza do utwardzenia rdzeni. Po upływie 2,5 minuty od chwili rozpoczęcia nagrzewania napięcie szybkozmiennne zostaje automatycznie wyłączone, taśma przesuwaa podstawkę o jeden skok naprzód, jednocześnie wprowadzając między elektrody nową partię rdzeni na innej podstawce i cały proces rozpoczyna się od początku.

Dla rdzeni podanych na rysunkach 4 i 5 wykonanych według receptury omówionej w pkt. 6, czas nagrzewania w polu elektrycznym wielkiej częstotliwości, wystarczający do utwardzenia żywicy, wynosi 2,5 minut, jednak celem przedłużenia okresu polimeryzacji wsad przetrzymywany jest w nagrzanej komorze

poza elektrodami kondensatora o jeden skok taśmy dłużej, tj. przez dalsze 2,5 minuty. Urządzenie takie o mocy 28 kVA ma przelotność 230 kg masy na godzinę i może dostarczyć do wsadu około 200 kcal/min.

Odmianą opisanego wyżej urządzenia jest suszarka, w której taśma nośna przesuwaa się między elektrodami kondensatora grzejnego. Elektroda górna jest przesuwalna, elektroda dolna umieszczona jest na stałe pod taśmą nośną. Wadą tego rozwiązania są straty energii wywoływane nagrzewaniem się taśmy. Dla zmniejszenia tych strat taśma powinna być zbudowana ze specjalnego materiału o małej stratności dielektrycznej. Stosowanie taśmy metalowej, aczkolwiek teoretycznie możliwe, prowadzi do zwiększenia strat promieniowania i stwarza niebezpieczeństwo porażenia wysokim napięciem obsługi urządzenia.

Poważnym utrudnieniem przy pojemnościowym suszeniu rdzeni jest w wielu przypadkach niemożność stosowania metalowych pionowych prętów i drutów jako uzbrojenia rdzeni, których obecność między elektrodami kondensatora grzejnego powoduje zakłócenia pola elektrycznego, przeskoki iskry oraz uszkodzenie wsadu, a nawet generatora. W tych przypadkach stosuje się przeważnie kołki rdzeniowe wykonane z drewna. Prętów metalowych można używać jedynie wtedy, gdy są one równoległe do płyt kondensatora, wtedy bowiem nie wpływają ujemnie na rozkład pola elektrycznego w przestrzeni międzyelektrodowej.

8. Ocena techniczno-ekonomiczna pojemnościowej metody suszenia rdzeni

Przechodząc do omawiania korzyści ekonomicznych podkreślić należy przede wszystkim zmniejszenie czasu suszenia, który zależy od rodzaju i rozmiarów rdzenia zawiera się w granicach 3÷10 minut. W porównaniu z innymi metodami odpowiada to zyskowi na czasie od 20÷60 razy. Ilość braków przy tym nie tylko nie wzrasta, lecz przeciwnie — znacznie maleje dzięki prawidłowym warunkom obróbki cieplnej rdzenia.

Suszenie metodą pojemnościową, umożliwia znaczne zmniejszenie liczby i przekroju kanałów odpowietrzających, wynikające z małego odgazowywania żywicy sztucznej po zalaniu formy metalem, co stanowi jedną z głównych zalet tego spoiwa.

Należy mieć na uwadze, że do celów wyżej opisanych najodpowiedniejsza moc generatora zawiera się w granicach 10÷30 kW. Produkcję generatorów tej mocy rozpoczęto ostatnio w NRD. W Polsce opracowuje się prototyp generatora pojemnościowego o mocy 10 kW.

Koszty pozostałych części suszarki, które z inwestycyjnego punktu widzenia należy traktować jako osobną część urządzenia grzejnego, gdyż w naszych warunkach trzeba je wykonywać raczej we własnym zakresie, należy oceniać na 30÷50% kosztu generatora.

W kosztach eksploatacyjnych trzeba przede wszystkim uwzględnić zużywanie się lamp prostowniczych i oscylacyjnych. Koszt ten można przyjąć przeciętnie jako 10% kosztu generatora, przy średnim czasie ich pracy rzędu 2000÷3000 godzin.

Koszty konserwacji przy odpowiedniej jakości urządzenia i odpowiednio przeszkolonej obsłudze nie powinny stanowić poważniejszej pozycji, jednak w pierwszym okresie należy się liczyć z pewnymi obciążeniami z tego tytułu. Ze względu na stosunkowo małą sprawność generatora zużycie energii elektrycznej przy suszeniu może być duże. Przy nieodpowiedniej

obsłudze, sprawność urządzenia może być mniejsza od optymalnej dla danego typu urządzenia, a zużycie energii na jednostkę produkcji może wzrosnąć.

W związku z omówionymi okolicznościami koszty suszenia mogą się nieraz okazać znacznie wyższe, niż przy stosowaniu metod dotychczasowych. Z drugiej jednak strony należy w ogólnej kalkulacji uwzględnić także okoliczności, jak możliwość zwiększenia produkcji zakładu, zmniejszenie pomieszczeń suszarni, podniesienie jakości wyrobów, zmniejszenie ilości braków itp.

Wnioski

Na podstawie danych, pochodzących ze źródeł zagranicznych można stwierdzić, że pojemnościowa metoda suszenia rdzeni formierskich wyszła już ze stadium laboratoryjnego i została zastosowana w przemyśle z wynikiem dodatnim. Urządzenia na skalę techniczną, pracujące w odlewniach, oddają znaczne usługi szczególnie przy wielkoseryjnej produkcji drobnych odlewów.

Wydanie ostatecznej opinii na temat przydatności tej metody w polskim przemyśle odlewniczym, wobec niekompletności materiałów dokumentacyjnych wymaga przeprowadzenia prób w naszych laboratoriach.

Ze względu na atrakcyjność wyników i stosunkowo prostą technologię procesu, opartą na dobrze znanych właściwościach żywic termoreaktywnych, metoda ta ma widoki szybkiego wprowadzenia do produkcji, zwłaszcza jeżeli jednocześnie nasz przemysł teletechniczny zapewni dostawę odpowiednich suszarek pojemnościowych.

Należy tu jednak podkreślić, że urządzenia oparte na tej metodzie nie mogą zastąpić suszarni zwykłego typu, mogą być natomiast cennym ich uzupełnieniem szcze-

gólnie przy produkcji masowej drobnych, specjalnie skomplikowanych przedmiotów.

I wreszcie należy podkreślić, że ocena celowości zastosowania tej metody w przemyśle polskim powinna być oparta o analizę jej wskaźników ekonomicznych oraz krajowe możliwości produkcji pojemnościowych urządzeń grzejnych i odpowiednich żywic sztucznych.

Literatura

1. Kalitwienski W. I., Diegietiew W. M. — „Wysokocząstotny nagryw dielektrycznych mas“, Elektryczność Nr 4, 1948 r.
2. Maznin A. W., Nietuszył A. W., Parini E. P. — „Wysokocząstotny nagryw dielektryków i półprzewodników“, Energoizdat, Moskwa 1950
3. Donskoj A. W., Kuljaszow S. M., Frumkin A. A. — „Wskaźniki energetyczne urządzeń w cz. do nagrzewania dielektryków“, Promyslennaja Energetika, nr 4, 1949
4. Crannel K. W. — „Electronic Core Baking“, The Foundry 1947, lipiec
5. Hampton G. T., Taylor W. H. — „Drying of Foundry Moulds and Cores“, The Foundry Nr 1798, 15. II. 1951
6. Gierdziejewski K. — „Wady odlewnicze i ich systematyka z atlasem“, Kraków 1948
7. Mazur M. — „Elektryczne urządzenia grzejne“, PWT, Warszawa 1953
8. Kozłowski K. Z. — „Kleje syntetyczne“, PWT 1950
9. Zagajewski T., Malzacher St., Kuliskiewicz W. — „Elektronika przemysłowa“, PWT, Warszawa 1953

* * *

Wszelkie uwagi na temat omawianego w artykule zagadnienia prosimy przesyłać bezpośrednio do autora na adres: Zakład Elektrotermii Instytutu Elektrotechniki — Warszawa — Międzylesie (Redakcja).

Mgr inż. RYSZARD CHUDZIKIEWICZ
Zast. prof. Politechniki Śląskiej

621.742.4:621.867.8

Pneumatyczny transport piasku

Klasyfikacja, zalety i wady transportu pneumatycznego. Zasady działania. Elementy urządzeń transportu pneumatycznego. Podstawy obliczeń. Przykład zastosowania. Współczynniki techniczno-ekonomiczne.

Jednym z najpoważniejszych zagadnień transportowych w odlewni jest transport piasków i mas formierskich, który w olbrzymiej większości przypadków rozwiązuje się przy pomocy systemu przenośników taśmowych i podnośników kubelkowych. Ten sposób transportu ma tę wadę, że jest źródłem pyłu, którego duże ilości powstają w miejscach przesypywania się suchego piasku lub masy formierskiej z jednego przenośnika na drugi. W ostatnich czasach w przemyśle coraz szersze zastosowanie znajduje urządzenie transportu pneumatycznego. Taki rodzaj transportu nadaje się nie tylko do piasku, ale do wszystkich ziarnistych i tworzących pył materiałów, jak: węgiel, popiół, sole, cement i ziarna wszelkiego rodzaju.

Działanie transportu pneumatycznego jest następujące: przy pomocy specjalnych przyrządów materiał wprowadza się do przewodów rurowych, gdzie zostaje porwany przez przepływające z dużą szybkością powietrze i przeniesiony do miejsca wyładunku, gdzie osadza się w urządzeniach odbiorczych. Rozróżniamy

dwa zasadnicze typy transportu pneumatycznego: zasysający i tłoczący.

Przy wyborze rodzaju transportu pneumatycznego należy pamiętać o tym, że przy urządzeniach tłoczących powietrze, można osiągnąć większe wydajności i transportować materiał na dalsze odległości, ponieważ można dowolnie sprężać powietrze, a tym samym zmieniać różnicę ciśnień między początkiem a końcem przewodu. Z tego powodu sprężone powietrze jest wygodniejszym środkiem transportowym niż powietrze rozrzedzone.

Na pytanie, czy zastosować transport pneumatyczny zasysający, czy tłoczący, można odpowiedzieć dopiero po zbadaniu miejscowych warunków. Na ogół urządzenie zasysające stosuje się wtedy, gdy materiał transportuje się z wielu punktów do jednego. Odwrotnie transport pneumatyczny tłoczący stosuje się wtedy, gdy materiał z jednego punktu należy dostarczyć do różnych punktów odbioru. Typowym przykładem transportu pneumatycznego zasysającego są urządzenia odpylające, np. w oczyszczalniach, gdzie pył ze szlifierek i maszyn czyszczących odprowadza się do cyklonów i filtrów.

Transport pneumatyczny zasysający znalazł szczególnie szerokie zastosowanie przy wyładunku okrętów. Mimo dużego zużycia mocy — ten rodzaj transportu znajduje coraz więcej zwolenników ze względu na duże korzyści jak: oszczędność na robociznie, prostota obsługi i wielka wygoda. Przy wyładunku okrętów odpada konieczność usuwania resztek materiału z kątów przy pomocy łopat. Rury zasysające można wprowadzić do środka okrętu przez stosunkowo niewielki otwór, przez co zabezpiecza się wyładowywany materiał przed wpływem złych warunków atmosferycznych. Rury zajmują mało miejsca i nie przeszkadzają innym środkom transportowym.

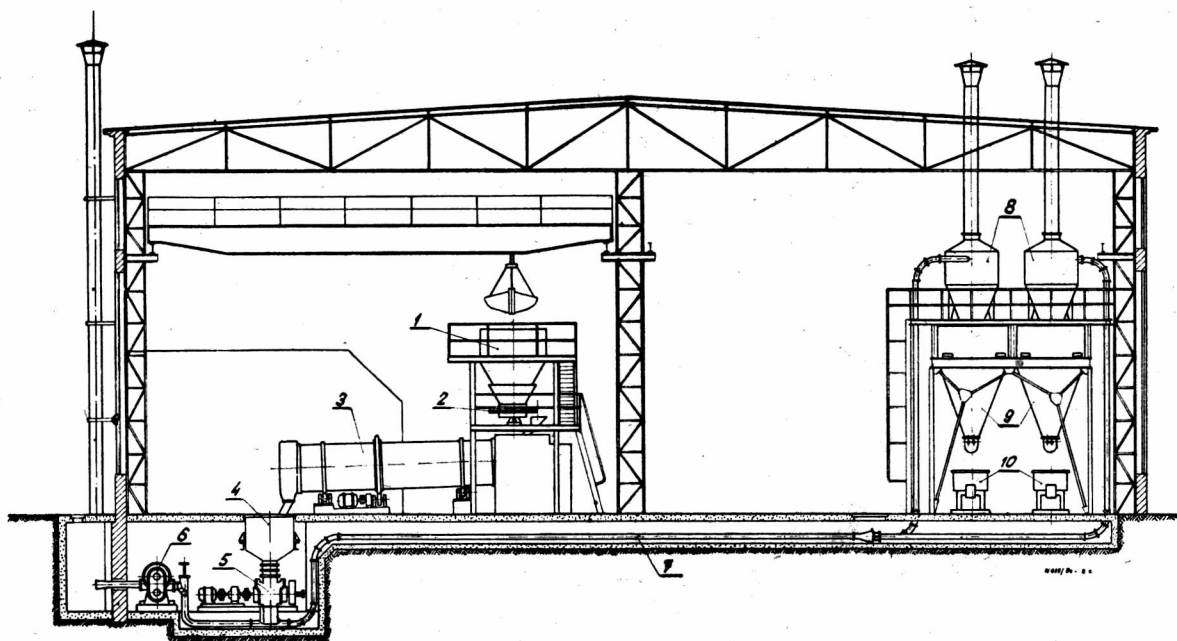
Niektóre materiały, zwłaszcza w przemyśle chemicznym, wytwarzają duże ilości pyłu. W tym przypadku jedynie transport pneumatyczny zabezpiecza robotników przed pyłem a materiał przed stratami.

Poza wyżej wymienionymi zaletami transport pneumatyczny daje jeszcze inne korzyści jak: niskie koszty instalacji, pewność i bezpieczeństwo pracy oraz dużą zdolność przystosowania się do miejscowych warunków i pokonywania trudności terenowych jak różnice poziomów itp. Zasadniczą wadą transportu pneumatycznego jest znacznie większe zużycie energii w po-

szczególnie silnie trze o ścianki rur było tak minimalne, że nie zachodziła najmniejsza potrzeba ich wymiany na nowe elementy, które zresztą odlewnia miała przygotowane na wszelki wypadek. Poza odpylaniem stosuje się w odlewniach przede wszystkim transport pneumatyczny tłoczący i to najczęściej w celu dostarczenia wysuszonego piasku spod suszarki do różnych punktów odbioru na formiarni, rdzeniarni lub w oddziale przeróbki mas. W tym ostatnim przypadku osiągamy jeszcze w czasie transportu dwie dodatkowe korzyści:

1. przy dostatecznie długich przewodach piasek stygnie, odpada więc konieczność zastosowania dodatkowych urządzeń do chłodzenia,
2. nie tylko zabezpieczamy robotników przed działaniem pyłu, który osadza się w filtrach, ale przez to równocześnie polepszamy własności techniczne samego piasku.

Zasadniczymi urządzeniami tłoczącego transportu pneumatycznego są: zasilacz, dysza, przewody rurowe, zbiornik wraz z przynależnym odpylaczem i dmuchawa powietrzna. Na rysunku 1 pokazano urządzenie tłoczące do pneumatycznego transportu wysuszonego piasku kvarcowego spod suszarki do zbiorników w od-



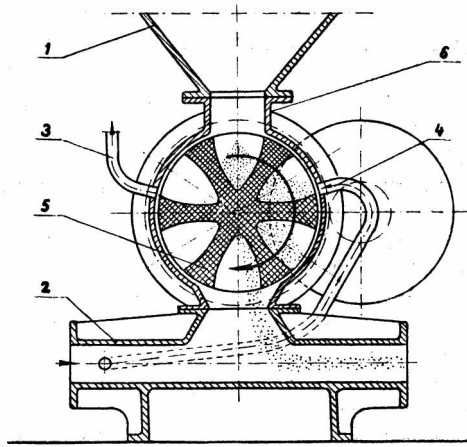
Rys. 1. Urządzenie tłoczące do pneumatycznego transportu wysuszonego piasku. 1 — zasobnik mokrego piasku; 2 — dozownik talerzowy; 3 — piec do suszenia piasku; 4 — zasobnik suchego piasku; 5 — zasilacz bębnowy; 6 — dmuchawa; 7 — przewody rurowe; 8 — cyklon; 9 — zasobnik; 10 — mieszarka

równaniu z transportem mechanicznym przy pomocy przenośników taśmowych. Nie poleca się tego rodzaju transportu do materiałów wilgotnych, które mogą przylegać do ścianek przewodów, jak np. mokry piasek formierski. Poza tym literatura podaje, że dużą wadą transportu pneumatycznego jest szybkie zużycie przewodów, zwłaszcza na krzywiznach. Jeżeli chodzi o wysuszone piaski kwarcowe i formierskie (naturalne), to autor nie podziela tego stanowiska, miał bowiem możliwość dokładnego zapoznania się z instalacją pneumatyczną (tłoczącą), przy pomocy której transportuje się suszony piasek kwarcowy spod suszarki do zasobników. Instalacja ta pracowała od 12 lat po 8 godzin dziennie. Przewody rurowe nie były przez ten czas wymieniane. Zużycie przewodów na krzywiznach, gdzie wskutek zmiany kierunku, piasek

działał przeróbki mas. Wysuszony piasek wprowadza się przy pomocy zasilacza w strumień powietrza. Zasilacz zapewnia nie tylko szczelne zamknięcie przewodów rurowych, ale także równomierne doprowadzenie piasku. Najczęściej stosuje się w takich przypadkach zasilacz bębnowy gwiaździsty, pokazany na rysunku 2.

Przy projektowaniu transportu pneumatycznego należy zwrócić szczególną uwagę na szczelność przewodów oraz urządzeń zasilających i odbiorczych. Niewłaściwa konstrukcja może spowodować spadek ciśnienia, a tym samym znacznie obniżyć wydajność urządzenia. Ciśnienie powietrza w urządzeniach tłoczącego transportu pneumatycznego zależy od rodzaju przenoszonego materiału, długości przewodów, wysokości podnoszenia i nie przewyższa 2÷3 atn. Przy transporcie suchego piasku ciśnienie powietrza waha

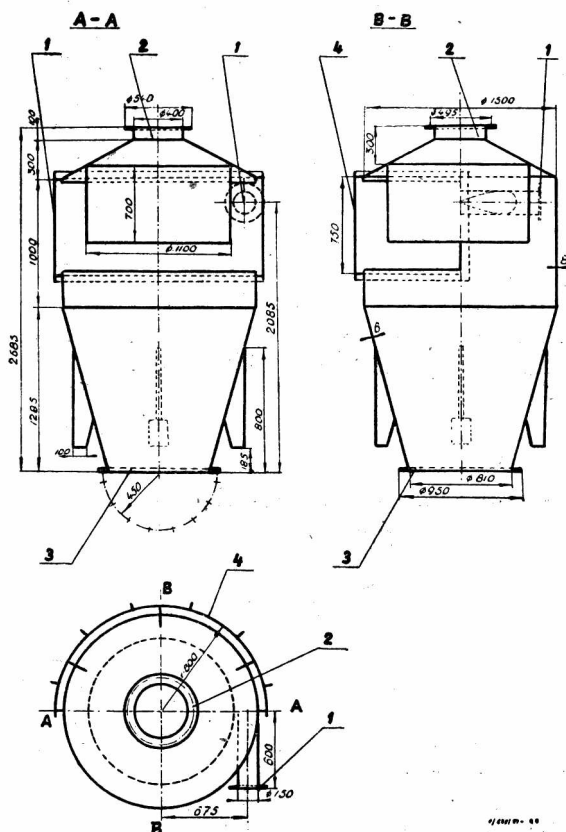
się w granicach od 0,2÷0,5 atn. Najczęściej stosuje się dmuchawy o ciśnieniu roboczym 0,25 lub 0,4 atn.



Rys. 2. Zasilacz bębnowy. 1 — zasobnik suchego piasku; 2 — dysza; 3 — przewód kompensacyjny wylotowy; 4 — przewód kompensacyjny wlotowy; 5 — bęben zasilacza

Stosowanie wyższych ciśnień jest technicznie niepożądane, a pod względem gospodarczym nieekonomiczne¹⁾.

Jako urządzenie odbiorcze najczęściej stosuje się tzw. cyklon, pokazany na rysunku 3. Mieszanie powietrza i piasku wprowadza się stycznie do górnej



Rys. 3. Cyklon. 1 — przewód wlotowy mieszanki powietrza z piaskiem; 2 — otwór wylotowy powietrza; 3 — połączenie z zasobnikiem, suchego piasku; 4 — wymienny element ściany cyklonu

¹⁾ Typ dmuchawy nie jest obojętny. Szczególnie nadają się do tego celu dmuchawy rotacyjne systemu Jaegera lub Roota (przyp. red.).

części cyklona. Czastki piasku pod działaniem siły odśrodkowej zostają przyciśnięte do ścian cyklonu, przy czym wskutek tarcia o nie tracą szybkość i opadają na dno. Powietrze, zawierające pył i najdrobniejsze ziarenka piasku, wydostaje się przez umieszczoną w środku cyklona rurę na zewnątrz.

Celem odpylenia tego powietrza do rury cyklonu dołącza się filtr w postaci zbiornika z wiórami stalowymi, które co pewien okres czasu wymienia się. Transportowany materiał przenosi się w przewodach w ten sposób, że powietrze unosi każde ziarno osobno w pewnej odległości od następnego. Innymi słowy, celem zabezpieczenia materiału przed osadzaniem się w przewodach, musi być on transportowany w stanie zawieszenia. Szybkość powietrza, przy której cząsteczka w pionowej rurze jest w stanie zawieszenia tzn. nie opada w dół, ani też nie zostaje unoszona w górę, nazywamy szybkością zawieszenia danej cząsteczki. Według prof. Śpiwakowskiego [2] szybkość zawieszenia dla cząstek w kształcie kuli dana jest wzorem:

$$v_z = \sqrt{28,4 \cdot \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \cdot d_m} \text{ m/sek} \quad (1)$$

gdzie:

γ_m — gęstość materiału w kg/m³

γ_p — gęstość powietrza w kg/m³

d_m — średnica cząstki w m.

Ziarenka o nieregularnych kształtach stawiają większy opór strumieniowi powietrza, niż gładkie kulki. Przy materiałach drobnoziarnistych, jak np. piasek kwarcowy, praktycznie można posługiwać się powyższym wzorem, bez uwzględnienia poprawek na kształt ziarna. Szybkość powietrza musi być tym większa, im większe są ziarna transportowanego materiału. Roboczą szybkość powietrza przyjmuje się równą 2,0÷3,0 v_z , a nawet więcej.

Celem zabezpieczenia prawidłowego transportu i dostatecznej wydajności dla takich materiałów jak piaski formierskie w praktyce przyjmuje się szybkość powietrza w granicach 15÷40 m/sek. Większe szybkości należy przyjąć dla dłuższych przewodów z większą ilością krzywizn oraz dla materiałów bardziej wilgotnych o niejednakowej ziarnistości. Przy tych szybkościach można transportowany materiał podnieść do około 30 m i przenieść w kierunku poziomym na odległość do 250 m.

Dla porównania podaję szybkości zawieszenia znalezione empirycznie dla następujących materiałów:

pył węglowy	0,14 m/sek
cement portlandzki 00	0,34 m/sek
nasienie lnu	5,2 m/sek
ziarna pszenicy	9,8 m/sek
orzeszki ziemne	12,5 m/sek

Koncentrację mieszanki powietrznej nazywamy stosunek

$$\mu = \frac{\text{ciężar transportowanego materiału}}{\text{ciężar równocześnie tłoczonego powietrza}}$$

W pracujących instalacjach do transportu piasku, z którymi autor miał możliwość zapoznać się, koncentracja mieszanki wahała się w granicach 1,6÷3,2. Przy urządzeniach z małą ilością zagięć transportujących piasek na nieduże wysokości i odległości koncentracja mieszanki μ była większa.

Podstawy obliczeń

Przy obliczeniach transportu pneumatycznego jako dane wyjściowe służą: droga i wydajność na godzinę Gm. Koncentrację mieszaniny μ przyjmuje się, opierając się o dane empiryczne.

Ilość powietrza oblicza się ze wzoru:

$$G_p = \frac{G_m \cdot 1000}{\mu \cdot 60} \quad \text{kg/min} \quad (2)$$

lub

$$G'_p = \frac{G_m \cdot 1000}{\mu \cdot 1,3 \cdot 60} \quad \text{m}^3/\text{min} \quad (3)$$

gdzie:

G_p — ilość powietrza potrzebna do transportu w kg/min

G'_p — ilość powietrza potrzebna do transportu w m³/min

G_m — wydajność urządzenia w t/godz.

μ — koncentracja mieszaniny.

Uwzględniając straty na nieszczelności, wydajność dmuchawy Q_p oblicza się ze wzoru:

$$Q_p = 1,15 G'_p \quad \text{m}^3/\text{min} \quad (4)$$

Dalej określa się ze wzoru (1) szybkość zawieszenia v_z w m/sek. Roboczą szybkość v_r przyjmuje się dla piasków formierskich równą $2,0 \div 3,0 v_z$.

Średnica przewodów rurowych d_w , dana jest wzorem:

$$d_w = \sqrt{\frac{4 Q_p}{\pi \cdot v_r \cdot 60}} \quad \text{m} \quad (5)$$

W praktyce średnica przewodów rurowych waha się od 50–300 mm. Największe trudności przedstawia sprawa obliczenia ciśnienia dmuchawy. Zagadnienia tego nie można uważać za całkowicie rozwiązane. Na spadek ciśnienia powietrza składają się głównie:

P_1 — ciśnienie powietrza konieczne do nadania mieszaninie powietrza z piaskiem odpowiedniej szybkości,

P_2 — ciśnienie powietrza konieczne na podniesienie materiału

P_3 — strata ciśnienia na tarcie

P_4 — straty ciśnienia na krzywiznach (zmiana kierunku ruchu).

Straty ciśnienia na nadanie odpowiedniej szybkości powietrzu uchodzącemu z cyklona przez filtry oraz straty na różnego rodzaju nieszczelności (z których niektóre są nieuniknione, np. na zasilaczu) w przybliżonych rachunkach można uwzględnić w ten sposób, że sumę wyżej wymienionych ciśnień powiększa się o 20%.

Ostatecznie robocze ciśnienie powietrza na wylocie dmuchawy równa się:

$$P_d = 1,2 (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \quad (6)$$

Poniżej podaje się przybliżony sposób obliczenia poszczególnych ciśnień:

1. Ciśnienie powietrza P_1 potrzebne do nadania mieszaninie powietrza z piaskiem odpowiedniej szybkości oblicza się ze wzoru:

$$P_1 = (1 + \mu) \frac{\gamma_p \cdot v^2}{2g} \quad \text{kg/m}^2 \quad (7)$$

gdzie:

μ — koncentracja mieszaniny $\frac{\text{kg powietrza}}{\text{kg materiału}}$

γ_p — gęstość powietrza w kg/m³

v — szybkość powietrza w przewodach w m/sek

$g = 9,81 \text{ m/sek}^2$ — przyspieszenie ziemskie.

2. Ciśnienie powietrza P_2 potrzebne na podniesienie materiału oblicza się ze wzoru:

$$P_2 = \gamma_p (1 + \mu) h \quad \text{kg/m}^2 \quad (8)$$

gdzie:

h — wysokość podnoszenia w m.

3. Strata ciśnienia P_3 na tarcie mieszaniny powietrza i transportowanego materiału o ściany przewodów dana jest wzorem:

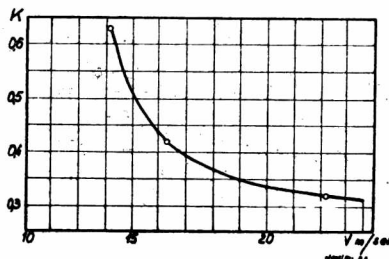
$$P_3 = (1 + k \mu) \lambda \frac{l}{d_w} \cdot \frac{\gamma_p \cdot v^2}{2g} \quad \text{kg/m}^2 \quad (9)$$

gdzie:

l — długość przewodów w m

$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{d_w}$ — współczynnik tarcia dla rur żelaznych

k — współczynnik empiryczny zależny od szybkości powietrza; wielkość jego odczytuje się z wykresu (rys. 4).



Rys. 4. Zależność współczynnika k od szybkości przepływu powietrza

4. Strata ciśnienia P_4 jest sumą strat na poszczególnych krzywiznach. Strata ciśnienia na krzywiznie dana jest wzorem empirycznym:

$$P'_4 = 0,76 (1 + 0,64 \mu) \frac{\gamma_p \cdot v^2}{2g} \quad \text{kG/m}^2 \quad (10)$$

Według Wagnera [3] przy zmianie kierunku o 90° najmniejsze straty na krzywiznie są wtedy, gdy promień krzywizny $R = 2,4 d_w$.

Przykład: Zaprojektować urządzenie do pneumatycznego, tłoczącego transportu wysuszonego piasku spod suszarki do zasobników w oddziale przeróbki mas. Wydajność urządzenia 7,5 t/godz. Długość przewodów poziomych 80 m, wysokość podnoszenia 15 m. Ilość zakrzywień (kolan) 3. Ciężar właściwy transportowanego piasku 2,46 gr/cm³. Maksymalna średnica ziarna piasku 1,7 mm. Szybkość zawieszenia (wzór 1):

$$v_z = \sqrt{28,4 \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \cdot d_m} = \sqrt{28,4 \cdot \frac{2,46}{1,3} \cdot 0,0017} = 9,5 \text{ m/sek}$$

Szybkość robocza $v_r = 3 v_z = 3 \cdot 9,5 = 28,5 \text{ m/sek}$

Przyjmujemy koncentrację mieszaniny $\mu = 3,7$

Potrzebna do transportu ilość powietrza (wzór 1):

$$G'_p = \frac{G_m \cdot 1000}{\mu \cdot 1,3 \cdot 60} = \frac{7,5 \cdot 1000}{3,7 \cdot 1,3 \cdot 60} = 26 \text{ m}^3/\text{min}$$

Wydajność dmuchawy (wzór 4):

$$Q_p = 1,15 G'_p = 1,15 \cdot 26 = 30 \text{ m}^3/\text{min}$$

Sprawdzamy wartość koncentracji mieszaniny przy uwzględnieniu Q_p zamiast G'_p

$$\mu = \frac{7,5 \cdot 1000}{30 \cdot 1,3 \cdot 60} = 3,2$$

Średnica przewodów rurowych (wzór 5):

$$d_w = \sqrt{\frac{4 Q_p}{\pi \cdot v \cdot 60}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3,14 \cdot 28,5 \cdot 60}} = 0,15 \text{ m}$$

Ciśnienie P_1 potrzebne do nadania mieszaninie powietrza z piaskiem odpowiedniej szybkości (wzór 7).

$$P_1 = (1 + \mu) \frac{\gamma_p \cdot v^2}{2g} = (1 + 3,2) \frac{1,3 \cdot 28,5^2}{2 \cdot 9,81} = 227 \text{ kG/m}^2$$

Ciśnienie P_2 potrzebne do podniesienia mieszaniny (wzór 8):

$$P_2 = \gamma_p (1 + \mu) h = 1,3 (1 + 3,2) 15 = 82 \text{ kG/m}^2$$

Strata ciśnienia P_3 na tarcie (wzór 9):

$$P_3 = (1 + k \mu) \lambda \frac{l}{d_w} \cdot \frac{\gamma_p \cdot v^2}{2g} =$$

$$= (1 + 0,3 \cdot 3,2) \cdot \left(0,0125 + \frac{0,0011}{0,15} \right) \cdot \frac{95}{0,15} \cdot \frac{1,3 \cdot 28,5^2}{2 \cdot 9,81} =$$

$$= 1845 \text{ kG/m}^2$$

Według wykresu na rysunku 4 przy szybkości $v = 28,5 \text{ m/sek}$ współczynnik $k = 0,3$.

Strata ciśnienia P_4 na jednej krzyżownicy (wzór 10):

$$P'_4 = 0,76 (1 + 0,64 \mu) \frac{\gamma_p \cdot v^2}{2g} =$$

$$= 0,76 (1 + 0,64 \cdot 3,2) \frac{1,3 \cdot 28,5^2}{2 \cdot 9,81} = 125 \text{ kG/m}^2$$

$$P_4 = 3 \cdot 125 = 375 \text{ kG/m}^2$$

Robocze ciśnienie powietrza dmuchawy (wzór 6):

$$P_d = 1,2 (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) = 1,2 (227 + 82 + 1845 + 375) = 2435 \text{ kG/m}^2 = 2435 \text{ mm słupa wody.}$$

Przyjmujemy dmuchawę o wydajności $Q = 30 \text{ m}^3/\text{min}$ i ciśnieniu $p = 0,25 \text{ atn}$. Moc silnika 20 kW.

W odlewniach zagranicznych często stosuje się tłoczący, pneumatyczny transport piasku kwarcowego spod suszarek do oddziałów przeróbki mas na rdzeniarkach, zwłaszcza wszędzie tam, gdzie ilość transportowanego piasku jest nieduża, a zastosowanie transportu mechanicznego napotykałoby na duże trudności terenowe. Przy wstępnych obliczeniach można przyjąć, że na każde 4 kg transportowanego piasku rozchodzi się 1 m³ powietrza. Ciśnienie powietrza zależy od długości, rodzaju trasy i ilości odgałęzień. Rozchód energii przy urządzeniach transportu pneumatycznego jest od 10 do 20-krotnie większy w porównaniu z zespołem przenośników taśmowych i podnośników kubełkowych o tej samej wydajności i wysokości podnoszenia.

Literatura

4. I. S. Segal — Oborudowanie pneumaticzeskovo transporta, Maszynostrojenie t. 9, Maszgiz, Moskwa 1949
2. P. N. Aksjonow — Oborudowanie litiejnych cechow, Maszgiz, Moskwa 1949 (str. 122)
3. Horst Mey — Fließarbeit und Förderung von Massengütern, Verlag Wilhelm Knapp, Halle (Saale) 1951 (str. 237)
4. Auerbach — Horst — Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik, Band 6, Leipzig 1928.

JERZY FASZFAŁOW

621.746.7:621.747.58

Wybór metody naprawy wadliwych odlewów żeliwnych

Olbrzymie straty ponosi corocznie nasza gospodarka narodowa wskutek nadmiernej ilości zabrakowanych odlewów, co zmusza nas, zgodnie z wytycznymi II Zjazdu PZPR, do poważnego zastanowienia się nad tym problemem. Na czoło wysuwa się podstawowe pytanie, w jaki sposób straty te ograniczyć?

Jedną z dróg zmniejszenia tych strat jest naprawa wadliwie wykonanych odlewów.

Nawet przy ścisłym zachowaniu dyscypliny technologicznej w odlewni zawsze znajdziemy pewien odsetek braków. Należy dołożyć wszelkich starań, aby (w granicach ekonomicznie uzasadnionych) oddać do produkcji po naprawie jeszcze pewną ilość wadliwych odlewów, osiągając przez to dalsze obniżenie kosztów własnych, dalszą oszczędność surowców dla naszej gospodarki narodowej.

Należy podkreślić przy tym, że naprawa wadliwego odlewu nie jest bynajmniej zagadnieniem prostym i zależy od szeregu czynników, a przede wszystkim od wrażliwości żeliwa na zmiany temperatur i wpływu tych zmian na powstawanie naprężeń własnych. Znamość zjawisk zachodzących w żeliwie w procesie naprawy zwłaszcza metodą spawania, zapewni dobre wykonanie naprawy i użyteczność naprawionego odlewu.

Na mechaniczne własności żeliwa ma wpływ skład chemiczny i jego struktura. W rezultacie szybkiego chłodzenia w strukturze pojawia się charakterystyczny dla białego żeliwa ledeburyt, a przy wolnym chłodzeniu grafit w osnowie perlitycznej, perlityczno-ferrytycznej lub ferrytycznej. Przeobrażenia te mają swoje odbicie w twardości. Mianowicie struktura żeliwa ferrytycznego odpowiada twardości około 100 H_B, ferrytyczno-perlitycznego 150÷200 H_B, zwiększona, zaś twardość (zwykle powyżej 240 H_B) oznacza obecność cementytu, posiadającego twardość około 700 H_B.

Zbyt wysoka twardość żeliwa utrudnia, a często uniemożliwia obróbkę skrawaniem. Do powstawania zabielenego żeliwa w czasie naprawy odlewów przede wszystkim przyczyniają się:

- a. obniżenie się zawartości krzemu pod działaniem wysokiej temperatury, przy długim czasie trwania procesu,
- b. szybkie chłodzenie odlewu, nie dające możliwości rozkładu cementytu i wydzielania się grafitu,
- c. obecność w odlewie ścianek o dużej różnicy grubości.

Niezależnie od tego pod działaniem długotrwałego nagrzewania zawarty w perlicie cementyt rozpada się na ferryt i węgiel żarzenia. Wskutek tego po nagrza-

niu odlewu powyżej temperatury 700°C następuje znaczny spadek wytrzymałości. Spadek ten obrazuje tablica 1.

Tablica 1

Wpływ temperatury nagrzania odlewu na własności mechaniczne żeliwa szarego

Temperatura nagrzewania °C	Wytrzymałość na rozciąganie kG/mm ²	Twardość HB **)
20 *)	21,4 ÷ 24,3	192 ÷ 210
150	21,3	196
300	21,5	199
350	21,2	196
400	22,6	196
450	21,9	192
500	22,7	192
550	19,7	185
600	21,8	192
700	15,6	137

*) Przetrzymano 8 miesięcy w normalnej temperaturze.
**) Zmniejszenie twardości spowodowane rozkładem cementytu będzie różne w zależności od składu chemicznego żeliwa.

Przy przedłużającym się nagrzewaniu żeliwa do wyższych temperatur zachodzi nie tylko zmiana struktury, lecz i pojawiają się w odlewie nowe naprężenia własne, poza już istniejącymi naprężeniami odlewniczymi.

Żeliwo posiada dużą wrażliwość na nagłe zmiany temperatury. Nieprawidłowe rozwiązania konstrukcyjne (nagłe zmiany grubości ścianek, znaczna długość prostych ścianek, uźebrowania itp.) oraz technologiczne warunki wytwarzania odlewów (mała podatność formy, nierównomierność stygnięcia itp.) są często powodem powstawania w wykonanym odlewie naprężeń własnych. W tych warunkach miejscowe, bądź całkowite nagrzanie odlewu i następujący przy stygnięciu skurcz może być przyczyną pojawienia się nowych, dodatkowych naprężeń, mogących spowodować pęknięcie odlewu.

Reasumując wyżej poruszane zagadnienia należy stwierdzić, że w czasie naprawy wad odlewu przez obróbkę cieplną, spawanie elektryczne i gazowe, spawanie odlewnicze itp. wystąpić mogą zjawiska:

- a. zabielenie żeliwa — powodowane przez omówione poprzednio obniżenie się zawartości krzemu, szybkie chłodzenie odlewu i obecność w odlewie ścianek o dużej różnicy grubości; utrudnia to bądź uniemożliwia obróbkę skrawaniem po przeprowadzonej naprawie odlewu,
- b. powstanie dodatkowych naprężeń własnych — powodowane przez skurcz zachodzący po miejscowym lub całkowitym zagrzaniu odlewu; stwarza to warunki do powstawania pęknięć,
- c. zmiana struktury i spadek własności wytrzymałościowych tworzywa — powodowany przez nadmierne zagrzanie odlewu; może to zdyskwalifi-

kować odlew, zależnie od stawianych warunków technicznych.

Istnieją więc duże trudności przy stosowaniu podstawowych sposobów naprawy odlewów. Pamiętać musimy stale, aby usuwając jedną wadę nie spowodować powstania innego rodzaju wady i ostatecznego zabrakowania odlewu. Wymaga to dobrania prawidłowego sposobu usunięcia wady oraz właściwej technologii przeprowadzenia naprawy.

W zależności od przeznaczenia odlewu, warunków odbioru oraz możliwości jakimi dysponujemy w warsztacie naprawę możemy przeprowadzić przez:

- A — oczyszczenie odlewu szlifierką
- B — obróbkę skrawaniem
- C — kołkowanie
- D — spawanie elektryczne i gazowe (na zimno lub gorąco)
- E — spawanie odlewnicze
- F — metalizację natryskową
- G — obróbkę cieplną
- H — nasycanie pod ciśnieniem
- I — przetrzymanie odlewu pod obciążeniem w temperaturze 700 ÷ 750°C.

Tablica 2

Zalecane metody naprawy wadliwych odlewów żeliwnych

Określenie wady	Zalecany sposób naprawy								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Zalewka	X	X							
Wypaczenie									X
Zimne krople			X	X					
Guz				X	X				
Niedolew				X	X				
Zabielenie							X		
Przypalenie	X								
Pęcherz	X			X		X			
Zaprószenie, rakowatość	X			X		X			
Jama skurczowa	X			X		X			
Zażużlenie	X			X		X			
Fałda, pęknięcie na gorąco i zimno				X					
Obciążenie				X					
Niegodność mikrostruktury i własności wytrzymałościowych								X	
Niedotrzymanie wymiarów i ciężaru		X		X		X			
Uszkodzenie mechaniczne				X	X				

Pomocą i wskazówką będzie tu tablica 2 z danymi, dotyczącymi najczęściej w praktyce spotykanych wad odlewów i zalecanych sposobów naprawy, których technologię omówimy szczegółowo oddzielnie.

Literatura

1. P. N. Aksjonow — Odlewnictwo, tom II, Wyd. 1, PWSZ, Warszawa 1953
2. N. F. Kosarikow, N. N. Smeljakow — Isprawlenie porokow otlivok, Wyd. 1, Maszgiz, Moskwa 1950

Korzystaj z zakładowej Biblioteki Technicznej
— pomoże ci to w twojej pracy zawodowej



Odlewanie pod ciśnieniem części mosiężnych zaworów armaturowych

Części brązowych i mosiężnych zaworów armaturowych przeznaczonych do pracy w osrodkach pary, wody lub gazu odlewane są zazwyczaj do form piaskowych, a tylko w szczególnych wypadkach stosuje się odlewanie do form metalowych.

Celem uniknięcia licznych trudności, zmniejszenia rozchodu metalu i ilości zabrakowanych z powodu nieszczelności odlewów, zaczęto w ZSRR już przed wojną odlewać części armatury pod ciśnieniem. Do czasu wojny produkcja ta nie osiągnęła większych rozmiarów i ograniczyła się tylko do cienkościennych (4÷6 mm) odlewów; właściwy rozwój odlewnictwa ciśnieniowego armatury mosiężnej nastąpił po wojnie, w związku z szybko postępującą modernizacją miast i rozwojem przemysłu. W okresie tym powstał cały szereg specjalnie przystosowanych i wyposażonych do tego celu zakładów. Jeden z nich — Pienzenska Fabryka Armatur, produkuje obecnie szereg typów zaworów armaturowych o przeciętnej grubości ścianek i prostych kształtach. Odlewanie przeprowadza się na pionowych i poziomych, w wysokim stopniu zautomatyzowanych, maszynach ciśnieniowych. Formy do odlewania kształtek wykonywane są z obrabianych cieplnie stali ZXW8 i ZX13, przy zachowaniu nadadatków na obróbkę wielkości 0,3÷0,5 mm na stronę. Czas pozostawiania odlewu we formie zależy od jego kształtu i masy wynosi 0,15÷0,3 minut, mając bardzo duży wpływ na długotrwałość formy. W praktyce, formy ze stali ZXW8 wytrzymują 4000÷6000 odlewów, a formy ze stali ZX13 tylko 1300÷2000.

Do produkcji stosowany jest mosiądz TOS-65-1-2 (GOST-614-41) odpowiadający stopowi CuZn32Sn1Pb2 i ŁO 59-1 (GOST 1019-47) odpowiadający MO59 według PN/H-87085.

Wykonane pod ciśnieniem odlewy armatury wykazują strukturę $\alpha + \beta$, przy czym wzajemna proporcja ilości obu składników strukturalnych zależy od każdorazowego składu chemicznego odlewów, szybkości chłodzenia, a nawet rodzaju pieca stosowanego do to-

pienia metalu. Stosownie do tego, odlewy z mosiądzu ŁOS-65-1-2 zawierające $< 58,10\%$ Cu wykazują w strukturze większe ilości fazy β , a co za tym idzie większą twardość i kruchość odlewów. Z drugiej strony, zbyt duża zawartość Cu ($> 65\%$) zmniejsza i uplastycznia wprawdzie odlewy, sprzyja jednak przywieraniu ich do formy metalowej.

Odlewy wykonane z ŁO59-1 wykazały dużą zależność struktury i własności od szybkości chłodzenia i składu chemicznego, i tak: wzrost zawartości Zn i innych dodatków stopowych oraz szybkości chłodzenia powodował wydzielanie się większych ilości fazy β , wzrost twardości i spadek plastyczności odlewów. Odwrotny wpływ na strukturę i własności wywierało wyżarzanie odlewów. Zjawisko niejednorodności strukturalnej występowało bardzo wydatnie w odlewach o zmiennej i większej grubości ścianek. Jednorodna struktura pojawiała się dopiero przy grubości ścianek mniejszej niż 1 mm.

W trakcie produkcji zaobserwowano ponadto, że odlewy pochodzące z partii metalu topionego w piecach tyglowych odznaczają się mniejszą twardością od odlewów pochodzących z metalu topionego w piecach łukowych. Ponieważ autor nie podaje wytłumaczenia tego zjawiska, przypuszczać należy, że wpływ ten spowodowany jest większym stopniem zanieczyszczenia metalu topionego w tyglu w porównaniu z piecem łukowym.

W obecnej chwili produkcja armatury mosiężnej sposobem odlewania pod ciśnieniem została w ZSRR w zupełności opanowana. Zastosowana technologia przynosi 20÷30% oszczędności metali w stosunku do ciężaru surowych odlewów, eliminuje w dużym stopniu koszty związane z wykonawstwem form i obróbką mechaniczną odlewów, podnosi jakość produkcji i zmniejsza ilość braków.

K. R.

Litiejnoje proizwodstwo, Nr 2, 1954, str 7

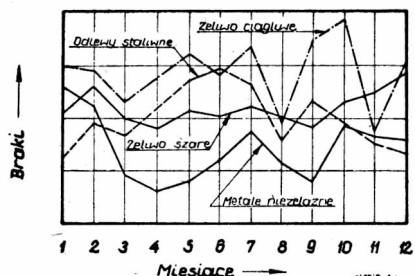
Plan 6-letni wzmacnia siły Polski i wzmacnia jej niezależność, a wraz z tym wzmacnia wkład Polski w ogólnoludzkie dzieło pokoju

Bolesław Bierut

Problem braków odlewniczych w odlewniach czechosłowackiego przemysłu maszynowego

Autor podaje w skrócie wyniki osiągnięte przez odlewnictwo czechosłowackie w walce z wadami odlewniczymi, po wprowadzeniu w ubiegłym roku jednolitego układu klasyfikacyjnego wad. Podano cyfry i charakter wad odlewniczych, typowych dla poszczególnych grup odlewni, opisano dotychczas stosowane środki zaradcze oraz określono czynniki mające pośredni i bezpośredni wpływ na ich ilość. Podkreślono ważność analizy przyczyn powstawania wad, konieczność opracowania i ścisłego stosowania się do instrukcji opracowanych dla poszczególnych procesów technologicznych, jak również ważność przekazywania wyników analizy pracownikom odlewni.

Obniżenie ilości braków odlewniczych, które może być źródłem poważnych oszczędności dla gospodarki narodowej, jest zagadnieniem poważnym, na które zwrócono baczną uwagę w wielu krajach, a które stało się od szeregu lat przedmiotem zainteresowania na terenie międzynarodowym. Walka na tym odcinku prowadzona jest w rozmaitych krajach różnymi metodami, z tego względu warto się zainteresować osiągnięciami jakie w tej dziedzinie osiągnął przemysł czechosłowacki w latach 1952 i 1953. W Czechosłowacji, akcję o obniżenie ilości braków przeprowadzono centralnie, mianowicie Ministerstwo Przemysłu Maszy-



Rys. 1. Wykres ilości braków w odlewniach żeliwa szarego i ciągliwego oraz w odlewniach odlewów staliwnych i metali nieżelaznych

nowego od 1952 roku wprowadziło we wszystkich podległych sobie odlewniach obowiązek sporządzania dokładnych, miesięcznych wykazów kontrolnych odlewów zabrakowanych z podziałem na grupy, w zależności od ciężaru odlewów, rodzaju odlewni, z rozbiciem na wady odlewnicze stwierdzone w odlewni lub też wykryte w czasie późniejszej obróbki mechanicznej. Kształtowanie się sumarycznej ilości braków podane w procentowej ilości braków, oparte na wyżej wymienionych wykazach kontrolnych, uwiódcono na rysunku 1. Krzywe wskazują całkowitą ilość braków w odlewniach żeliwa szarego, żeliwa ciągliwego, staliwa oraz w odlewniach metali nieżelaznych.

Procent braków w poszczególnych miesiącach wahał się znacznie we wszystkich odlewniach: najbardziej wyrównany był on w odlewniach żeliwa szarego. Odlewnie staliwa wykazują niższy procent braków porównując od czerwca, natomiast przejściowy wzrost

we wrześniu. Jest to wynikiem obniżonej produkcji zakładów mechanicznych w letnich miesiącach urlopowych oraz zwiększoną ilością zwrotów odlewniczych w miesiącu wrześniu. Wahanie te występowały jaszkrawo zwłaszcza w odlewniach żeliwa szarego pod koniec roku, gdzie zwroty (odlewy wadliwe zwrócone przez klientów) jak też odlewy wątpliwe, zmagazynowane w miesiącach poprzednich, podniosły znacznie procent braków. Faktycznie w miesiącu grudniu, ilość zwrotów wzrosła prawie do $\frac{1}{3}$ całej ilości odlewów wyprodukowanych, co stanowi podwójną ilość braków w porównaniu z miesiącami poprzednimi.

Jest to bezsprzecznie poważnym błędem w pracy kontroli technicznej w odlewniach, która nie sklasyfikowała odlewów wątpliwych bieżąco, lecz pozwoliła na ich nagromadzenie się w magazynach do końca roku, co wpłynęło na zniekształcenie wykresu. Zniekształcenie wykresu może powstać również z innych przyczyn, a mianowicie wskutek zwrotu odlewów wadliwych, które podwyższają miesięczny procent braków wtedy, gdy jest on faktycznie mniejszy od średniego. Różnice te jednak na przestrzeni kilku miesięcy wyrównują się, a przeciętna roczna daje obraz rzeczywisty.

Duże wahanie ilości braków w odlewniach żeliwa ciągliwego spowodowane są przeważnie niską jakością złomu stalowego, natomiast w odlewniach metali nieżelaznych nieodpowiednio prowadzoną ewidencją braków, co dotyczy zwłaszcza odlewni małych. W porównaniu z rokiem 1952, statystyka wykazuje, że ilość braków podnosi się z wyjątkiem żeliwa ciągliwego, gdzie nastąpiło obniżenie o 7,2%. Podwyższenie ilości braków jest jednakowoż nieznaczne i tłumaczy się niedokładnością prowadzenia ewidencji w okresie poprzednim.

Tablica 1

Porównanie ilości braków w latach 1952 i 1953

Rok	Procentowa ilość zabrakowanych odlewów			
	żeliwo szare	odlewy staliwne	żeliwo ciągliwe	metale nieżelazne
1952	10,2	9,2	19,3	8,3
1953	10,35	9,9	12,1	8,5

W celu stworzenia z miesięcznych wykazów statystycznych poważnego i skutecznego narzędzia w walce o obniżenie braków odlewniczych, Ministerstwo Przemysłu Maszynowego wprowadziło we wszystkich podległych sobie odlewniach jednolitą ewidencję braków odlewniczych. Wady odlewnicze zostają sklasyfikowane zgodnie ze słownictwem opracowanym przez A. Plesingera za pomocą tablic 6-cio cyfrowych sporządzonych na podstawie wzorów radzieckich, przy czym określa się rodzaj wad, przyczyny oraz osoby winne ich powstawaniu. W okresie początkowym polecono odlewnikom klasyfikować braki przy pomocy tylko liczb 2 cyfrowych, to jest określać grupę i rodzaj wady.

Na podstawie tej klasyfikacji sporządzane są dzienne, tygodniowe i miesięczne wykazy przyczyn powstawania braków, które służą za podstawę w stosowaniu środków zaradczych. Dzienna analiza przyczyn wad odlewniczych dokonuje się przy udziale odnośnego mistrza i kontrolera a niekiedy również metalurga i kierownika odlewni. Przy często powtarzających się wadach, dyskusję nad przyczynami ich powstawania prowadzi się bezpośrednio na stanowisku pracy, w obecności pracowników odpowiedzialnych za te wady, tak by mogli ewentualnie sami określić przyczyny powstawania i środki zaradcze. Wyniki, w ten sposób przeprowadzonej akcji widzimy najlepiej na kilku przykładach z praktyki.

W zakładach W. I. Lenina w Pilźnie, w drugim półroczu 1953 roku, procent braków odlewniczych był najniższy ze wszystkich odlewni podległych Ministerstwu Przemysłu Maszynowego. W odlewni żeliwa szarego powyższych zakładów, największy procent braków spowodowany został przez wady odlewnicze wymienione w tablicy 2. W tablicy tej udział braków wywołanych przez poszczególne wady w danych miesiącach obliczono w stosunku do ilości wad występujących w lipcu, które przyjęto jako = 100.

Tablica 2

Podział braków odlewniczych spowodowany różnymi wadami w poszczególnych miesiącach w odlewni żeliwa szarego

Rodzaj wad	Udział braków w poszczególnych miesiącach					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
13 zapiaszczenie	100	120	87	67	70	50
14 zażużlenie	100	88	33	67	50	42
15 jamy skurczowe (obejgnięcia)	100	133	104	81	77	38
41 niedolewy	100	185	128	100	100	142
46 uszkodzenia mechaniczne	100	67,5	29,4	23,5	53	29,4

W odlewniach staliwa natomiast, główną przyczyną powstawania wad był przede wszystkim brak dokładnego przestrzegania dyscypliny technologicznej. Po wprowadzeniu przez kierownictwo odlewni obowiązku ścisłego dotrzymywania instrukcji technologicznych oraz po przeprowadzeniu akcji uświadamiającej wśród pracowników, procent braków został obniżony już w następnym miesiącu o 3%. Największy procent braków w odlewni staliwa zakładów im. W. I. Lenina w Pilźnie, spowodowany został przez wady przedstawione w tablicy 3.

Tablica 3

Podział braków odlewniczych, spowodowany różnymi wadami, w poszczególnych miesiącach w odlewni staliwa Zakładów im. W. I. Lenina w Pilźnie

Rodzaj wad	Udział braków w poszczególnych miesiącach					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
12 nakłucia	100	64	40	38	64	46
13 zapiaszczenie	100	84	100	42	94,5	52,5
14 zażużlenie	100	136	86	121	78,5	57
22 pęknięcia	100	135	115	25	45	16
42 przestawienie	100	222	78	200	112	100
61 niewłaściwy skład chemiczny	100	100	69	7,5	16,2	5

Można przytoczyć również z innych odlewni odpowiednie przykłady przyczyn powstawania wad odlewniczych. I tak np. w odlewni żeliwa szarego TOS —

Kuřim stwierdzono, że przyczyną zabrakowania w jednym miesiącu były następujące wady odlewnicze: jamy skurczowe i inne 37,6%, przestawienia, 13,5% blizny 11,3%, zażużlenia 10,8%, uszkodzenia mechaniczne 10,2% oraz inne wady 16,6%. Obniżenie ilości odlewów porowatych zostało osiągnięte przez podwyższenie temperatury zalewania oraz przez zmniejszenie strat cieplnych metalu w kadzi. W następnym miesiącu przyczyny braków były już inne, a mianowicie: uszkodzenia mechaniczne 20,6%, niedolewy 16,9%, wypaczenia 14,1%, zalewki 12,2%, zażużlenia 8,4%, nieodpowiednia twardość 6,5%, pęcherze 6,4%, zaprószenia 6,4%, inne wady 8,5%.

Ogólnie można powiedzieć, że największa ilość braków powstaje wskutek zażużeń, zaprószeń, pęcherzy, jam skurczowych, rzadzizn, przestawień i uszkodzeń mechanicznych. Przykłady te wskazują wyraźnie, że systematyczna analiza przyczyn powstawania braków odlewniczych ma poważne znaczenie dla podniesienia jakości odlewów i że jest ona bezwarunkowo potrzebna do ustalenia właściwych środków zaradczych. Analiza ta ma naturalnie tylko wtedy znaczenie, jeżeli wyciągamy z niej odpowiednie wnioski. Dobra działalność kontroli technicznej, współpraca mistrza z głównym metalurgiem daje pod tym względem dobre rezultaty. Środki zaradcze są zwykle skuteczne, jeżeli są stosowane systematycznie i konsekwentnie. I tak np. odlewnia żeliwa szarego Pierwszej Fabryki Maszyn GZ w Brnie ma znacznie niższy procent braków od przeciętnego, ponieważ:

1. komisja odlewnicza w składzie; mistrza, metalurga, przedstawiciela kontroli technicznej oraz doradcę kierownika odlewni pracuje systematycznie i dobrze,
2. zwraca się baczną uwagę na należyte przeszkolenie personelu odlewni w zakresie przyczyn powstawania braków na stanowiskach roboczych,
3. odlewnicy biorą udział we współzawodnictwie w walce o najniższy procent braków,
4. bieg żeliwiaka jak również jakość wsadu są stale kontrolowane.

Oprócz przyczyn bezpośrednich wynikających z nieprzestrzegania instrukcji technologicznych i wadliwej działalności kontroli technicznej w odlewni, istnieją przyczyny pośrednie, na które odlewnia nie ma wpływu, na przykład jakość materiałów wsadowych (surowki, złomu, koksu), nieodpowiednia segregacja złomu itp. Widzimy więc, że jeżeli walka o obniżenie ilości braków w odlewniach ma być walką skuteczną, musi ona objąć swym zakresem również pracowników wszystkich zakładów dostarczających materiały i surowce. Pracownicy tych zakładów powinni wziąć udział w tej akcji przez podniesienie jakości produkowanych przez siebie materiałów do poziomu wymaganego przez odlewnie.

Poza tym ważnym jest, by wszyscy pracownicy odlewni byli zainteresowani w dążeniu do obniżenia ilości braków i o polepszenie jakości odlewów. Ogólnie środki zaradcze można ująć w następujące punkty:

1. należy przyspieszyć oczyszczanie i skórowanie odlewów w celu jak najszybszego wykrycia ewentualnych wad,
2. zapewnić sobie wystarczającą dostawę materiałów wsadowych o odpowiedniej jakości,
3. postawić na odpowiednim poziomie współpracę konstruktora, metalurga i odlewnika,

4. podnieść jakość produkcji elementów pomocniczych jak np. podpórek rdzeniowych, żeberek,
5. usuwać systematycznie i konsekwentnie wady oprządkowania i urządzeń odlewniczych,
6. przeszkolić spawaczy w naprawie wadliwych odlewów,
7. unikać nagromadzenia odlewów wątpliwych, których los nie został od razu rozstrzygnięty,
8. opracować szczegółowo instrukcje technologiczne a zwłaszcza dla odlewów odznaczających się wysokim procentem braków.

Należy się spodziewać, że zorganizowana, systematyczna akcja podjęta w Czechosłowacji przez Ministerstwo Przemysłu Maszynowego będzie stale ulepszana i przyniesie dalsze dodatnie rezultaty, które niewątpliwie będą cennym materiałem dla odlewników biorących czynny udział w walce o obniżenie ilości braków i że przyczyni się ona w poważnym stopniu do obniżenia strat w gospodarce narodowej.

T. M.

Slévárnoství, rocznik II, nr 3, 1954, str. 66.

B. JONES i R. JELLEY

669.131.89:621.365.5

Produkcja żeliwa sferoidalnego z pieca indukcyjnego wysokiej częstotliwości

Gdy w roku 1949 wystąpiły w Anglii trudności w opanowaniu produkcji żeliwa sferoidalnego z żeliwiaka autorzy przeprowadzili próby wytwarzania tego żeliwa w kwaśnym piecu indukcyjnym wysokiej częstotliwości.

Piec indukcyjny zastosowany do produkcji żeliwa sferoidalnego wykazuje specjalne zalety, a mianowicie:

- a. możliwość uzyskania ściśle określonego optymalnego składu chemicznego żeliwa, a mianowicie wysokiej zawartości węgla (korzystnej ze względu na własności odlewnicze), niezbyt wysokiej zawartości manganu, fosforu i siarki.
- b. możliwość uzyskania niskiej i w przybliżeniu znanej z góry zawartości siarki w żeliwie, co przy dokładnie znanej ilości żeliwa pozwala na ustalenie właściwego dodatku magnezu. Dzięki niskiej zawartości siarki wielkość tego dodatku jest niższa. Stwierdzono przy tym, że „współczynnik wykorzystania magnezu“ (tj. procentowy stosunek zawartości magnezu w żeliwie do całkowitej ilości magnezu wprowadzonego do żeliwa) jest wyższy dla żeliwa wytapianego w piecu indukcyjnym, aniżeli dla żeliwa z żeliwiaka.
- c. możliwość odpowiednio wysokiego przegrzania żeliwa.

W początkowej serii prób w piecu indukcyjnym o pojemności 600 kg przetapiano surówkę szwedzką z dodatkiem żelazokrzemu. Podczas topienia utrzymywano stosunkowo niską temperaturę i dopiero przed spustem metal przegrzewano do 1450°C (pomiar wykonany pirometrem zanurzeniowym). Podczas spustu żeliwa do kadzi dodawano stop magnezu z niklem, przeprowadzano modyfikowanie żelazokrzemem i przystępowano do odlewania odlewów i próbek kontrolnych. Jako typową analizę chemiczną żeliwa można podać: 3,55% C_c; 3,22 % C_{graf}; 2,90 %Si; 0,15% Mn; 0,030% P; 0,006% S; 1,30% Ni; 0,09% Mg oraz domieszki 0,01% Ti; 0,03% Cu; 0,005% Cr; 0,005% Mo.

Własności wytrzymałościowe żeliwa były wyższe, aniżeli dla żeliwa sferoidalnego z żeliwiaka. W stanie lanym wytrzymałość na rozciąganie wynosiła minimum 69,3 kG/mm², wydłużenie — 4%, zaś po wyżarzeniu na ferrytyczne żeliwo ciągliwe: wytrzymałość na rozciąganie — 50,4 kG/mm², wydłużenie — 15%. W stanie lanym w strukturze obserwowano grafit sferoidalny w perlityczno-ferrytycznej osnowie (około 50% ferrytu), charakterystycznej dla żeliwa o niskiej

zawartości manganu. Stwierdzono, że skłonność do tworzenia wewnętrznych jam skurczowych jest mniejsza, aniżeli dla żeliwa sferoidalnego z żeliwiaka (co należy przypisać prawdopodobnie wyższej temperaturze żeliwa z pieca indukcyjnego).

Opisana wyżej metoda produkcji żeliwa sferoidalnego była jednak nieekonomiczna, gdyż wymagała dużych ilości specjalnej, importowanej surówki. Stąd w 1950 roku rozpoczęto badania nad zastosowaniem wsadu syntetycznego w oparciu o własny złom stalowy odlewni. Dzięki niskiej zawartości manganu (około 0,3%), fosforu (poniżej 0,04%) i siarki (poniżej 0,06%) złom ten szczególnie nadawał się do produkcji żeliwa sferoidalnego.

W pierwszej serii prac pomyślnie rozwiązano zagadnienie nawęglania wsadu grafitem elektrodowym (zawierającym 95,5% węgla i 4% popiołu). Przykład jednej z przeprowadzonych prób podano niżej. Wsad składał się z 88,65% złomu stalowego (0,18÷0,24% C; 0,2÷0,25% Si; 0,4÷0,6% Mn; maximum 0,04% P i maximum 0,06% S), 5,8% grafitu elektrodowego i 5,55% żelazokrzemu (45% Si). Obliczony średni skład chemiczny wsadu: 3,48% C; 2,70% Si; 0,42% Mn; 0,02% P; 0,06% S. Do pieca załadowano najpierw węgiel elektrodowy, który przykryto złomem stalowym (ten sposób układania wsadu okazał się najdogodniejszy). Po stopieniu i przegrzaniu wsadu do około 1460°C dodawano żelazokrzem i przystępowano do spustu. Skład chemiczny uzyskanego żeliwa był następujący: 3,20% C; 2,70% Si; 0,44% Mn; 0,019 % P i 0,06% S. Żeliwo o strukturze czysto perlitycznej wykazało wytrzymałość na rozciąganie 27,9 kG/mm². Próby wykazały, że wydajność nawęglania grafitem elektrodowym wynosi 55÷60%. Natomiast krzem z żelazokrzemu przechodzi całkowicie do żeliwa.

Z kolei przystąpiono do prób uruchomienia produkcji żeliwa sferoidalnego na syntetycznym wsadzie zakładając zawartość węgla 3,6÷4,2% C, zaś krzemu — około 2% Si w żeliwie wyjściowym. Po stopieniu wsadu metal przegrzewano do temperatury 1500°C (pomiar pirometrem immersyjnym). Obniżwszy temperaturę żeliwa do 1440°C (pomiar jak wyżej) metal spuszczano do kadzi dodając stop magnezu z niklem oraz 0,57% żelazokrzemu (75% Si). Temperatura odlewania wynosiła 1380°C (pomiar jak wyżej). Początkowo stosowano kadełko otwartą, po czym okazała się dogodniejsza kadełko czajnikowa. Wpływ poszczególnych

dotatków na skład chemiczny i własności żeliwa podano w tablicy 1 i 2.

Na podstawie szeregu podobnych prób opracowano technologię produkcji żeliwa sferoidalnego z pieca indukcyjnego. Poniżej zostaną podane dwa przykłady wytopów — w pierwszym z nich zastosowano wsad

Tablica 1

Żeliwo	Skład chemiczny %							
	C _c	C _{graf}	Si	Mn	P	S	Ni	Mg
Żeliwo wyjściowe	3,93		2,07	0,42	0,017	0,056		
Żeliwo po dodatku Mg-Ni	3,90	2,26	2,06					
Żeliwo po dodatku Mg-Ni i Fe-Si	3,53	2,81	2,60	0,43	0,017	0,006	1,42	0,15

Tablica 2

Stan	Granica płynności kG/mm ²	Wytrzymałość na rozciąganie kG/mm ²	Wydłużenie %	Twardość Brinella kG/mm ²
Lany	63,1	82,2	4	290
	62,7	79,2	3	285
Wyżarzony *)	42,5	55,7	14	185
	42,8	55,3	16	180

*) Przy 925 °C w ciągu 3 godzin i przy 700 °C w ciągu 5 godzin.

podobny jak wyżej, zaś w drugim żelazokrzem zastąpiono w przeważającej części złomem stali krzemowej. Tak więc w pierwszym przykładzie wsad do pieca indukcyjnego składał się ze złomu stalowego (89,5%), grafitu elektrodowego (6,7%) oraz 3,8% żelazokrzemu (45% Si). Żeliwo wyjściowe zawierające 4,20% C; 2,10% Si; 0,57% Mn; 0,023% P i 0,060% S posiadało temperaturę spustu 1460°C. Uzyskane żeliwo sferoidal-

ne zawierające 3,50% C; 2,95% Si; 0,57% Mn; 0,022% P, 0,005% S; 1,62% Ni i 0,09% Mg wykazało w stanie lanym wytrzymałość na rozciąganie 72,9 kG/mm², wydłużenie 3÷4%, twardość Brinella 295 kG/mm². Po wyżarzeniu przy ferrytycznej osnowie, uzyskano granicę płynności 38,6 kG/mm² wytrzymałość na rozciąganie 52,4 kG/mm², wydłużenie 15÷17%, twardość Brinella 180 kG/mm².

W drugim podanym przykładzie wytopu wsad składał się z 45,0% złomu stalowego, 48,8% złomu stali krzemowej (0,08% C; 4,04% Si; 0,12% Mn; 0,017% P; 0,008% S; 0,45% Al), 6,0% grafitu elektrodowego oraz 0,2% żelazokrzemu (45% Si). Żeliwo wyjściowe zawierające 3,61% C; 2,34% Si; 0,20% Mn; 0,017% P; 0,035% S i 0,03% Al posiadało temperaturę spustu 1470°C. Uzyskane żeliwo sferoidalnego zawierające 3,37% C; 2,34% Si; 0,20% Mn; 0,016% P; 0,002% S; 0,03% Al; 1,45% Ni i 0,078% Mg wykazało w stanie lanym wytrzymałość na rozciąganie 74,6 kG/mm², wydłużenie 4÷4,5%, twardość Brinella 276 kG/mm². Po wyżarzeniu przy ferrytycznej osnowie uzyskano granicę płynności 35,1 kG/mm², wytrzymałość na rozciąganie 48,0 kG/mm², wydłużenie 21,0% twardość Brinella 165 kG/mm².

Jakkolwiek żeliwo sferoidalne z pieca indukcyjnego wykazuje znacznie mniejszą skłonność do tworzenia wewnętrznych jam skurczowych, aniżeli żeliwo sferoidalne z żeliwiaka, tym niemniej zachodzi potrzeba stosowania odpowiednich nadlewów. Autorzy wspominają głównie o nadlewach ustawionych na odlewie.

Przedstawiona wyżej technologia produkcji żeliwa sferoidalnego z pieca indukcyjnego wykazuje wiele istotnych zalet w stosunku do technologii opartej na topieniu w żeliwiaku. Szczególnie całkowite wyeliminowanie z wsadu surówki hematytowej stwarza realne możliwości zastosowania tej metody w naszych warunkach krajowych.

J. P.

Foundry Trade Journal, 1953, Nr 1932, str. 313.

669.131.84

Obwódka perlityczna w czarnym żeliwie ciągliwym

Od czasu do czasu British Cast Iron Research Association otrzymuje zapytania odnośnie przyczyn występowania obwódki perlitycznej w czarnym żeliwie ciągliwym. Wiadomym jest, że wada ta występuje niekiedy w poważnym nasileniu, lecz przyczyny jej powstawania nie są jeszcze dokładnie i dostatecznie wyjaśnione. Notatka niniejsza zawiera krótkie zestawienie informacji, dotyczących przyczyn i okoliczności powstawania tej wady.

Istota wady

Obwódka perlityczna jest wadą strukturalną, występującą w czarnym żeliwie ciągliwym. Polega ona na występowaniu pasma perlitu na powierzchni lub w pobliżu powierzchni odlewu, który powinien mieć strukturę w całości ferrytyczną. Wada ta może występować z różnym nasileniem począwszy od lekko zaznaczonego i trudno widocznego pasemka perlitu, aż do grubej obwódki, sięgającej do środka przekroju odlewu. W krańcowym przypadku perlit może występować na całym przekroju, podczas gdy ferryt tylko w bezpośrednim sąsiedztwie węgla żarzenia. Obwódka perlityczna jest szczególnie wówczas niepożądana, gdy

występuje w ostro zarysowanej i skoncentrowanej postaci tuż pod warstwą ferrytu na powierzchni. Podczas obróbki mechanicznej występują w takich wypadkach twarde miejsca w obtaczanym odlewie. Wprawdzie twardość obwódki nie jest bardzo znaczna (około 200 H_B) jednakowoż nagła zmiana twardości obrabianej powierzchni utrudnia jej obróbkę. Istnienie obwódki wpływa również poważnie na obniżenie ciągliwości oraz udużności żeliwa.

W idealnym wypadku struktura czarnego żeliwa ciągliwego powinna wykazywać skupienia węgla żarzenia w osnowie ferrytycznej, bez miejscowych odwęgleń. Przeprowadzenie wyżarzania w piecu przemysłowym bez miejscowego odwęglenia jest praktycznie jednak niemożliwe. Przy pewnym ustalonym składzie chemicznym nie można by również otrzymać wymaganych własności mechanicznych bez pewnego odwęglenia struktury, tak że ograniczoną ilość lokalnych odwęgleń uważa się jako normalną w czarnym żeliwie ciągliwym.

Charakterystyczny rdzeń ferrytyczny w czarnym żeliwie ciągliwym otrzymuje się przez wyżarzanie przy maksymalnej temperaturze (950÷1000°), powodujące

rozłożenie cementytu na węgiel żarzenia i austenit oraz przez wyżarzanie w krytycznym zakresie temperatur, co sprzyja przejściu austenitu w ferryt i grafit, a wolne chłodzenie poniżej krytycznego zakresu temperatur powoduje rozkład powstałego również w tych temperaturach perlitu. Przejście austenitu w ferryt i grafit oraz rozkład perlitu ułatwiane są przez obecność grafitu i następują łatwiej wokół skupisk grafitu. Nasilenie każdej z tych przemian jest proporcjonalne do powierzchni grafitu: im więcej istnieje w strukturze drobnych skupisk grafitu, tym łatwiej osiąga się strukturę ferrytyczną przy założeniu, że inne czynniki pozostają niezmiennie.

Wpływ pierwiastków stabilizujących węgliki

Obecność w nadmiernych ilościach pierwiastków stabilizujących węgliki może uniemożliwić otrzymanie ferrytycznego rdzenia. Pierwiastkami takimi są: mangan, chrom, molibden, arsen, cyna, bizmut, antymon, podczas gdy wszelkie czynniki, przyczyniające się do wzrostu ilości skupisk grafitu i do jego rozdrobnienia — jak na przykład dodatki niewielkich ilości aluminium lub boru do ciekłego metalu na krótko przed jego zalaniem — wpływają jednocześnie na powstanie ferrytycznej osnowy. Obecność wilgotnego wodoru lub pary wodnej w atmosferze pieca podczas wyżarzania przyczynia się do występowania obwódki perlitycznej. Stwierdzono również zmianę nasilenia tej wady w zależności od zmiany wsadu metalowego, przy niezmiennych technologii żarzenia. Najbardziej prawdopodobną przyczyną powstawania obwódki perlitycznej jest rodzaj stosowanych surowców i technologia topienia. Wszystkie takie pierwiastki jak chrom, arsen, wanad, cyna przyczyniają się do stabilizacji perlitu oraz do występowania dużych, a rzadko rozproszonych skupisk grafitu. Obwódkę perlityczną można rozmyślnie wywołać przez dodatek tych pierwiastków, choć nie jest wiadomo, który z czynników posiada największy wpływ na jej powstanie.

Dodatki aluminium i boru

Skłonności do występowania obwódki perlitycznej można przeciwdziałać przez dodatek do wytopu niewielkich ilości aluminium lub boru. Oba te pierwiastki ułatwiają powstanie licznych a drobnych skupisk grafitu, które przyczyniają się do rozpadu perlitu. Poza

tym aluminium wyraźnie (a bor przypuszczalnie) neutralizuje stabilizujący wpływ azotu.

Zdarza się niekiedy, że żeliwo grafityzujące wolniej jest bardziej podatne do odwęglenia. Te czynniki w składzie żeliwa, które opóźniają jego grafityzację, przyczyniają się również i do stabilizacji perlitu, a przez to i do pojawienia się obwódki perlitycznej.

Zestawienie przyczyn

Gdy w odlewach pojawia się nagle obwódka perlityczna, to następujące czynniki mogą być tego przyczyną:

1. za duża zawartość manganu w stosunku do siarki
2. za niska zawartość krzemu w stosunku do węgla
3. nadmierna ilość pierwiastków stabilizujących, takich jak chrom, molibden, cyna, arsen, bizmut
4. nienormalnie wysoka zawartość wodoru w żeliwie
5. grube skupienia grafitu
6. zbyt szybkie podgrzewanie odlewów do temperatury wyżarzania.

Środki zaradcze wynikają z przyczyny powstania obwódki i w niektórych wypadkach są proste: wpierv należy sprawdzić zawartość manganu, siarki i krzemu. Gdy mieszczą się one w normalnych granicach należy upewnić się, czy sposób wyżarzania pozostał bez zmiany i czy odlewy nie są bardziej odwęglone niż zwykle. Szybkość ogrzewania, szczególnie w zakresie 400÷700°C powinna zostać sprawdzona i skoro wzrosła, należy ją natychmiast zmniejszyć. Wskazane jest również sprawdzić, czy odlewy nie posiadają nadmiernej ilości pierwiastków stabilizujących. W takim wypadku należy zmienić rodzaj wsadu, względnie uzupełniać metal dodatkami aluminium lub boru, neutralizującymi również szkodliwy wpływ azotu w odlewach, który mógł dostać się do metalu poprzez złom stalowy.

Jak z powyższego wynika istnieje wiele czynników mogących wywołać powstanie obwódki perlitycznej i mogą one jednocześnie przyczyniać się do jej powstawania. Najprostszym i bezpośrednio najskuteczniejszym przypuszczalnie środkiem zaradczym przeciw powstaniu obwódki jest w chwili obecnej dodatek do żeliwa boru lub aluminium.

T. W.

Journal of Research and Development tom 4, kwiecień 1953, nr 11.

W związku z opublikowanym w numerze 2/54 streszczeniem artykułu N. K. Ipatowa, pt. „Wpływ domieszek na skurcz żeliwa“ podajemy następujące sprostowanie omyłek, które wkrały się do treści przy tłumaczeniu:

Str.	Zamiast:	Powinno być:
50 tablica 1 kolumna 5	kwadrat błędu	błąd kwadratowy
50 szpalta 2 11 wiersz od góry	„ „	„ „
50 szpalta 2 13 wiersz od góry	„ „	„ „
50 szpalta 2 3 wiersz od dołu	„ „	„ „
51 szpalta 2, 1 wiersz od dołu	cienkościennych	grubościennych
51 szpalta 1, 13 wiersz od dołu	zakresu	całki

KOMUNIKAT

ZARZĄDU GŁÓWNEGO STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH

Zapowiedziany w poprzednim numerze „Przeglądu Odlewnictwa” III doroczny Walny Zjazd Delegatów Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Odlewników Polskich odbył się w Krakowie w „Domu Technika” w dniu 18. VI. 1954 r.

Otwarcia Zjazdu dokonał, pod nieobecność Prezesa Prof. M. Czyżewskiego, który w tym dniu brał udział w konferencji w PAN w Warszawie, *vice-Prezes* Prof. C. Kalata.

Zaproponowane prezydium Zjazdu z przewodniczącym Kol. J. Dickmanem zostało przyjęte przez zebranych przez aklamację.

Po przyjęciu porządku dziennego Zjazdu i powołaniu komisji wnioskowej zabrał głos przedstawiciel Rady Głównej NOT Prof. Odlanicki M. witając zebranych w imieniu prezesa NOT Prof. Wierzbickiego W. i Rady Głównej. Mówca zaznacza, że Rada Główna NOT odnosi się do pracy Stowarzyszenia Odlewników ze szczególnym uznaniem i troską, gdyż Stowarzyszenie to wykazuje wielką prężność organizacyjną przejawiającą się stałym wzrostem członków Stowarzyszenia, organizowaniem kursów i konferencji technicznych. Zwraca również uwagę na wyraźną akcję wydawniczą Stowarzyszenia uwidocznioną wydawaniem miesięcznika „Przegląd Odlewnictwa” jak również ścisłą współpracą z PWT. Prace Stowarzyszenia Odlewników są ściśle związane z pracami naszego przemysłu, z pracami Wyższych Uczelni oraz Instytutem Odlewnictwa. Plan pracy Stowarzyszenia w roku ubiegłej kadencji był bardzo szeroki. Należy się spodziewać, że działalność Stowarzyszenia w roku następnym będzie równie ambitna i rozległa. Z obrad dzisiejszych Rada Główna NOT oczekuje również wniosków odnośnie dalszej pracy Rady Głównej. Na zakończenie składa życzenia owocnych obrad oraz pomyślnej pracy, która niewątpliwie przyczyni się do szybszego rozwoju przemysłu i kultury Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej i do szybkiej realizacji uchwał II Zjazdu PZPR.

W dalszym punkcie porządku dziennego referat programowy pt. „Zadania naszego Stowarzyszenia na rok przyszedł w świetle uchwał II Zjazdu PZPR” wygłosił w imieniu Prezesa Kol. C. Kalata.

Powyższy referat obejmował:

- Podstawowe zadania wysunięte w referacie Tow. B. Bieruta i wynikające z niego obowiązki jakie przypadają przemysłowi maszynowemu i związanemu z nim ściśle przemysłowi odlewniczemu.
- Główne zadania gospodarcze na lata 1954÷55 w zakresie odlewnictwa.
- Sprawę pomocy dla rolnictwa kół zakładowych STOP w ostatnich dwóch latach Planu 6-letniego w powiązaniu do przeprowadzonej na szeroką skalę akcji nawiązania ścisłego kontaktu z PGRami i POMami przez koła zakładowe w Bielsku, Małejpanwi, Łodzi w zakresie dostarczania potrzebnych części wymiennych w postaci odlewów do maszyn rolniczych, oraz ujęcie tej akcji w planach rocznych kół zakładowych w latach 1954/55.
- Pomoc dla przemysłu odlewniczego przez organizowanie przez Zarząd Główny krajowych narad naukowo-technicznych, które w coraz większym stopniu obejmują inne poza Ministerstwem Przemysłu Maszynowego resorty między innymi Ministerstwo Przemysłu Drobniego i Rzemiosła,

Ministerstwo Kolei, Ministerstwo Przemysłu Lekkiego, Ministerstwo Górnictwa, Ministerstwo Państwowych Gospodarstw Rolnych i inne.

- Realizację postępu technicznego przez wprowadzenie nowych metod technologicznych, wszechstronną wymianę doświadczeń międzyzakładowych, udział członków STOP w Klubach Techniki i Racjonalizacji, należyte wykorzystanie pomocy jaką otrzymujemy ze Związku Radzieckiego w zakresie nowych metod produkcyjnych i organizacyjnych.
- Szerokie wciągnięcie aktywu technicznego do walki o obniżkę kosztów własnych ze specjalnym uwzględnieniem spraw uporządkowania i ulepszenia zaopatrzenia materiałowego i zużycia materiałów.
- Nawiązanie ściślejszego kontaktu z Polskim Towarzystwem Ekonomicznym, mającego na celu szkolenie inżynierów i techników w zakresie zagadnień ekonomii.
- Zagadnienie udziału aktywnego w przygotowaniu konferencji partyjno-technicznych mających na celu dokonanie analizy kosztów własnych przedsiębiorstw w oparciu o wyniki roku 1953 i I kwartału roku bieżącego.
- Udział członów STOP w akcji zawierania zakładowych umów zbiorowych.
- Mobilizację aktywu inżynieryjno-technicznego do walki z brakoróbstwem, walki o polepszenie jakości produkcji dla zwycięskiego wykonania zadań produkcyjnych Planu 6-letniego.
- Sprawę konieczności nawiązania ściślejszego kontaktu ze Związkami Zawodowymi i radami zakładowymi przez Zarząd Główny, Oddziały i Koła zakładowe STOP.

Po referacie Sekretarz Generalny Kol. A. Górski złożył obszerne sprawozdanie z działalności Stowarzyszenia za okres od kwietnia 1953 do maja 1954 r. Sprawozdanie to zostało w ważniejszych wyjątkach wydrukowane w poprzednim numerze „Przeglądu Odlewnictwa”.

W dalszym ciągu obrad zastępca Przewodniczącego Komisji Rewizyjnej Kol. M. Dubowicki odczytał sprawozdanie z kontroli gospodarki finansowej i działalności organizacyjnej obejmującej akcję odczytowo-szkoleniową, komisje branżowe, sprawozdawczość opartą na planie pracy zatwierdzonym przez władze nadrzędne Stowarzyszenia — NOT w Warszawie.

Do osiągnięć Zarządu Głównego, które nie zostały uwidocznione w sprawozdaniu Sekretarza Generalnego należy zaliczyć:

- Wspólne zorganizowanie z inicjatywy Zarządu Głównego konferencji w kwietniu br. z przedstawicielami Ministerstwa Drobniego i Rzemiosła, Ministerstwa Kolei, Ministerstwa Górnictwa, Ministerstwa Przemysłu Lekkiego, Centralnego Zarządu Odlewnictwa, oraz Biura Konstrukcyjnego Maszyn i Urządzeń Odlewniczych na temat: omówienie i ustalenie potrzeb tych resortów w zakresie produkcji maszyn i urządzeń odlewniczych dostosowanych do wielkości odlewni znajdujących się w tych resortach a przewidzianych w Planie 5-letnim.
- Wydanie prac Komisji „Wad Odlewniczych” w formie tablic ściennych wad odlewów z żeliwa szarego i staliwa dla personelu kontroli technicznej w celu podniesienia ich kwalifikacji i wypowiedzenia skutecznej walki o jakość produkcji. Tablice te zostały w kilkudziesięciu egzemplarzach zakupione przez Zakłady pracy.

3. Intensywne starania utworzenia sekcji odlewniczej na Wydziale Metalurgicznym w Szkole Inżynierskiej w Częstochowie, które to zostały uwieńczone powodzeniem, tak, że już w lutym br. pierwsi wychowankowie odlewnicy opuścili szkołę.

Niemniej jednak Komisja Rewizyjna stwierdziła, że w pracy Zarządu Głównego brak było dostatecznie czynnego (operatywnego) oddziaływania na Zarządy Oddziałów i poprzez nie na koła zakładowe co było przyczyną stagnacji i braku jakiejkolwiek działalności, wielu Oddziałów i Kół Zakładowych tam, gdzie Zarządy Oddziałów lub kierownictwo Kół Zakładowych nie przejawiały dostatecznej inicjatywy własnej dla wykonania planowych zamierzeń.

Tam zaś, gdzie Zarząd Główny mógł bezpośrednio operatywnie ingerować i kierować organizacyjnie jak np. w pracach Komisji branżowych, konferencjach naukowo-technicznych, kursach — planowe zadania zostały wykonane, uwzględniając, że zamiast niewykonanych pewnych zadań wykonano inne ponad planowo.

Na podstawie wnikliwej analizy pracy Zarządu Głównego Komisja Rewizyjna postawiła wniosek o udzielenie mu absolutorium.

Otwarta przez Przewodniczącego Zjazdu dyskusja dotyczyła przeważnie zasadniczych kierunków nakreślonych w referacie programowym, planu pracy i osiągnięć w roku 1953.

W dyskusji zabierali głos Koledzy: R. Chudzikiewicz (Oddział Gliwice), F. Stręk (Oddział Radom), K. Tarnowski (Oddział Starachowice), J. Stawiński (Oddział Łódź), M. Kłosowicz (Oddział Warszawa), G. Titz (Oddział Lublin), S. Strupczewski (Oddział Radom), T. Kubik (Ministerstwo Przemysłu Drobno i Rzemiosła). Między innymi poruszono następujące zagadnienia, które ze względu na ich ogólny charakter zamieszczamy poniżej:

Zwrócenie przez Zarząd Główny większej uwagi na pracę Oddziałów i Kół Zakładowych szczególnie tych które dotychczas nie wykazały dostatecznej działalności. Jedną z najlepszych form współpracy Zarządu Głównego z Kołami Zakładowymi powinno być przydzielenie pod opiekę każdemu członkowi Zarządu Głównego Koła Zakładowego słabo pracującego i w celu ożywienia jego działalności, za co pełną odpowiedzialność moralną ponosiłby dany opiekun.

Wywarcie większego nacisku na kierownictwo niektórych zakładów poprzez jednostki nadrzędne, w celu przestrzegania wykonania uchwały Prezydium Zarządu z dnia 31. V. 53 r. i zarządzenia Ministra Przemysłu Maszynowego Nr 41 z dnia 31. III. 54 r. w sprawie współpracy administracji zakładów z Kołami Zakładowymi STOP.

Zapewnienie udziału odlewników polskich w Międzynarodowym Kongresie Odlewniczym we Florencji, który odbędzie się w dniach od 19 do 27 września br.

Stałe organizowanie wycieczek do odlewni o postępowych i zmechanizowanych metodach pracy, jak np. do Chojn, Starachowic i Poznania. Roztoczenie większej niż dotychczas opieki przez członków Kół Zakładowych nad maszynami i urządzeniami odlewniczymi zwłaszcza nowymi i przesyłanie swoich uwag i spostrzeżeń odnośnie konstrukcji, wydajności, obsługi, remontów itp. — do Centralnego Zarządu Odlewnictwa lub Centralnego Biura Konstrukcyjnego Maszyn i Urządzeń Odlewniczych w Krakowie.

Przestrzeganie dyscypliny technologicznej i opracowanie dokumentacji technologii stosowanych i nowych.

Zainteresowanie się przez Zarząd Główny rozdziałem młodych kadr odlewniczych opuszczających wyższe uczelnie i szkoły zawodowe. Werbowanie nowych kadr do zawodu formierza ze szkół podstawowych w celu zapewnienia stałego przyływu odlewników.

Ścisłe nawiązanie kontaktu przez Koła Zakładowe z organizacją partyjną, radą zakładową i dyrekcją dla realizacji zadań produkcyjnych. Doszkalanie od-

lewników przez częste wyświetlanie filmów instruktażowych, których mamy jeszcze stosunkowo za mało, a które możnaby stworzyć na podstawie osiągnięć naszego przemysłu odlewniczego. Mobilizowanie członków Kół Zakładowych do wytężonej walki o jakość produkcji, która jeszcze pozostawia wiele do życzenia. Udział członków STOP w konferencjach partyjno-ekonomicznych, których celem jest obniżenie kosztów własnych odlewni i podniesienie wydajności.

Opracowanie planu pracy Stowarzyszenia uwzględniającego kilka zasadniczych zagadnień, które łatwiej będzie mógł wykonać Zarząd Główny, a który nie doprowadzi do mimowolnego spłycenia zasadniczych zadań Stowarzyszenia.

Organizowanie Kół Zakładowych i werbowanie nowych członków w zakładach podległych Ministerstwu Przemysłu Drobno i Rzemiosła. Przeniesienie osiągnięć odlewni Ministerstwa Przemysłu Maszynowego na odlewnie Ministerstwa Przemysłu Drobno i inne. Utworzenie kącika w „Przeglądzie Odlewnictwa“ poświęconego omówieniu trudności przemysłu terenowego. Zwiększenie nakładu „Przeglądu Odlewnictwa“.

Po zamknięciu dyskusji na pytania postawione przez delegatów odpowiadali. Kol. Kol. C. Kalata i A. Górski.

Wniosek o udzielenie absolutorium ustępującemu Zarządowi został przyjęty przez aklamację.

Druga część Zjazdu poświęcona była przeprowadzeniu uzupełniających wyborów zgodnie z obowiązującym statutem naszego Stowarzyszenia.

Losowanie członków, którzy mają opuścić Zarząd Główny odbyło się na poszerzonym zebraniu Prezydium Zarządu Głównego w dniu 10. VI. 54 r. W wyniku losowania ustępuje kol. kol. J. Dickman, C. Kalata, C. Podrucki, B. Saniak, J. Wilczyński, E. Dworzak, K. Tarnowski.

Ustępujący Zarząd Główny proponuje częściowo powtórny wybór niektórych kolegów, według listy która została odczytana.

W wyniku głosowania podane kandydatury przeszły większością głosów.

Ostateczny skład Zarządu Głównego po ukonstytuowaniu się przedstawia się następująco:

Prezes	— Kol. M. Czyżewski — Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
I V-ce prezes	— Kol. J. Dickman — Centr. Zarz. Przem. Turbinowo-Kotł., W-wa
II V-ce prezes	— Kol. C. Kalata — Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Sekretarz Gener.	— Kol. A. Górski — Centr. Biuro Konstrukcyjne Maszyn i Urządzeń Odlewniczych, Kraków
Skarbnik	— Kol. Z. Strojny — Instytut Odlewnictwa, Kraków.

Członkowie, Kol. Kol.:

1. Adamski C. — Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
2. Golec R. — Centr. Biuro Konstrukcyjne Maszyn i Urz. Odlewniczych, Kraków
3. Gorczyca W. — Centralny Zarząd Odlewnictwa, Radom
4. Gumienny H. — Politechnika, Wrocław.
5. Niemiec J. — Bielska Fabryka Armatur, Bielsko
6. Saniak B. — Sosnowiecka Fabryka Armatur — Sosnowiec
7. Szymański M. — Krakowska Fabryka Armatur, Kraków.
8. Tarnowski K. — Zakłady Starachowickie, Starachowice
9. Węgorowski M. — Politechnika, Gliwice

Zastępcy, Kol. Kol.:

1. Dobrowolska K. — W. S. M. — Łódź
2. Kwiatkowski S. — Huta im. Lenina, Nowa Huta
3. Węglorz F. — Bielska Fabryka Armatur, Bielsko
4. Zglinicki S. — Huta Małapanew, Ozimek.

Komisja Rewizyjna:

- Przewodniczący — *Kol. Lesiński L.* — Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
- członkowie: — *Kol. Podrzućki C.* — Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
— *Kol. Dubowicki M.* — Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
- zastępcy: — *Kol. Płoszek H.* — B. D. O. Stalino-
nogród
— *Kol. Świątek J.* — Zakłady Mechaniczne Ursus koło Warszawy
— *Kol. Jelonek I.* — Huta im. Lenina — Nowa Huta.

Sąd Koleżeński, Kol. Kol.:

1. *Kozarzewski J.* — Państwowa Komisja Planowania Gospodarczego, Warszawa
2. *Madziar J.* — Zarząd Portu, Szczecin
3. *Skarbiński M.* — Politechnika, Łódź
4. *Kamecki W.* — Huta im. Lenina, Nowa Huta
5. *Mazur S.* — Huta im. Dzierżyńskiego, Sosnowiec.

W dalszym ciągu obrad zgłoszono 2 poprawki do statutu STOP do § 34 i § 54. Paragraf 34 ustala kadencję poszczególnych członków Zarządu na 2 lata. Zgłoszono wniosek, aby przejść na kadencję 3-letnią, przy czym $\frac{1}{3}$ członków Zarządu po starszeństwie ustępowałaby co roku. Wniosek ten przeszedł większością głosów, natomiast poprawka dotycząca udziału w Walnym Zgromadzeniu Oddziałów delegatów Kół Zakładowych ze względu na pewne przygotowane zarządzenia w tej sprawie przez NOT — nie została przyjęta.

W imieniu Komisji Wnioskowej rezolucję ze zjazdu, którą zamieszczamy poniżej, odczytał *Kol. Z. Godlewski*.

Rezolucja

Delegaci Oddziałów na III Walny Zjazd STOP po wysłuchaniu referatu programowego, sprawozdania z działalności Stowarzyszenia za okres 1953/54, sprawozdania Komisji Rewizyjnej, oraz po wysłuchaniu dyskusji stwierdzają, że IX Plenum KC PZPR i II Zjazd PZPR stawiają również przed naszym Stowarzyszeniem Naukowo-Technicznym Odlewników Polskich zadania walki o jakość produkcji i związaną z tym obniżkę kosztów własnych.

Dla realizacji tych zadań zebrani uchwalają następujące wnioski:

1. Rozszerzyć działalność Stowarzyszenia na inne resorty poza Ministerstwem Przemysłu Maszynowego i Ministerstwem Przemysłu Hutniczego, a głównie na Ministerstwo Przemysłu Drobno- i Rzemiosła, Ministerstwo Przemysłu Lekkiego, Ministerstwo Górnictwa, Ministerstwo Kolei, Ministerstwo Państwowych Gospodarstw Rolnych,

które skupiają znaczny odsetek odlewników i do których nie dotarło nasze Stowarzyszenie przez organizację wspólnych konferencji naukowo-technicznych, kursów, werbunek nowych członków i zakładanie nowych kół zakładowych, utworzenie stałych korespondentów czasopisma „Przegląd Odlewnictwa”, rozszerzenie prenumeraty „Przeglądu Odlewnictwa” itp.

2. Podnieść walkę o jakość produkcji przez wzmocnienie pracy z kołami zakładowymi, przez stawianie interesujących koła zagadnień, a specjalnie wąskich przekrojów produkcyjnych, popularyzowanie typowych zagadnień technologicznych, masowe szkolenie na przykładach prawidłowego wykonawstwa.
3. Pogłębić współpracę z kierownictwem zakładów, oddziałami NOT, CRZZ, Radami Zakładowymi, KW, KM, POP celem osiągnięcia masowej współpracy nad podniesieniem jakości produkcji i związanej z tym obniżki kosztów własnych.
4. Uzupełnić zakres działalności „Przeglądu Odlewnictwa” przez wprowadzenie w nim działu omawiającego osiągnięcia w zakresie prawidłowych rozwiązań technologicznych.
5. Obrazowanie pracy przodujących kół, nad którymi Zarząd Główny rozłoży specjalną opiekę.
6. Zaleca się Zarządowi okazać pomoc odpowiednim resortom przy zabezpieczeniu dostaw materiałów formierskich i pomocniczych, zorganizowania Biura Opracowań Technologicznych, normalizacji skrzynek formierskich.
7. Dla polepszenia współpracy Zarządu Głównego z Zarządami Oddziałów — poczynić starania o uzyskanie etatu stałego inspektora.
8. Organizować zebrania rozszerzonego Zarządu Głównego przynajmniej raz na kwartał.
9. Wzmocnić dyscyplinę płacenia składek członkowskich i uczestnictwa w zebraniach Stowarzyszenia.
10. Zacieśnić współpracę z Filmem Polskim dla opracowania większej ilości filmów obejmujących nowe metody produkcji.

III Zjazd wzywa wszystkich członków do wypełnienia sumiennego swoich obowiązków organizacyjnych tak jak obowiązków zawodowych.

Obrady Zjazdu zamyka Przewodniczący *Kol. J. Dickman* stwierdzając, że rezolucja uchwalona, prawidłowo oddaje najważniejsze elementy referatu i dyskusji, przy czym nie należy zapominać o zwróceniu uwagi na wytyczne II Zjazdu PZPR dotyczące obniżenia kosztów własnych, a ściślej związanych z podniesieniem stopy życiowej naszego społeczeństwa i zbudowania sprawiedliwego ustroju społecznego.

A. G.

Z wydawnictw

KSIAŻKI NADESŁANE

MGR INŻ. MICHAŁ SKARBIŃSKI — PROJEKTOWANIE PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH W ODLEWNI, PWT Warszawa 1954, str. 386, tabl. 67, rys. 351, cena zł 50.—

W książce omówiono wytyczne dotyczące projektowania procesów technologicznych, sposobu obliczania czasów roboczych w odlewni oraz przykłady opracowań technologicznych. Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników zatrudnionych w biurach technologicznych odlewni oraz w odlewniach. Korzystać

z niej mogą również studenci odlewniczych wydziałów politechnik.

I. A. PRIJMAK — ORGANIZACJA PRACY I NORMOWANIE TECHNICZNE W HUCIE ŻELAZA, Tłum. z rosyjskiego, PWG, Warszawa 1954, str. 297, rys. 89, tabl. 60, cena zł 31.50.

W książce opisano organizację i normowanie pracy w procesach wielkopieczowych, stalowniczych i walcowniczych. Przetłumaczona cenna praca z literatury radzieckiej z dziedziny hutnictwa jest przeznaczona dla pracowników hutnictwa zajmujących się zagadnieniami normowania i organizacji pracy oraz może być pożyteczną dla studentów wyższych uczelni.



PRACE INSTYTUTU ODLEWNICTWA zeszyt 4/53 wyd. 1954 r. zawiera m. in. następujące artykuły: Zb. Tyszkowski — „Długotrwałość pracy rusztowań żeliwnych w paleniskach jako funkcja pewnych charakterystycznych parametrów wymiarowych“, J. Kamecki i J. Romański — „Chromianowanie stopów cynkowych typu „ZnAl““, T. Rzepa — „Nowe spoiwa rdzeniowe. Opracowanie spoiwa opartego na skrobi i celulozie“.

PRZEGLĄD TECHNICZNY w zeszycie nr 5/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: — „Po raz dzięśiąty święcimy 1 Maja w Polsce Ludowej“, inż. D. Gajewski — „Na wspólnej drodze“, W. Callenberg — „Podstawy ekonomicznego wykorzystania energii w zakładach przemysłowych“, mgr E. Górecki — „Jasny cement żużlowy“, W. K. — „Nowa metoda tłumienia drgań przy toczeniu“, mgr J. Zienkiewicz — „Pierwsza ogólnokrajowa narada normalizatorów“, inż. J. Switkowski — „O dalszy rozwój prac w dziedzinie słownictwa technicznego“, prof. W. Fabierkiewicz — „O tworzeniu nazw technicznych“, inż. H. Chmielewski — „Plan wydawniczy PWT na rok 1954“, mgr St. Nawrocki — „Plan wydawniczy PP „Wydawnictwa Komunikacyjne“ na rok 1954“, inż. St. Beniger — „Ważniejsze pozycje planu wydawniczego Państwowych Wydawnictw Naukowych w dziedzinie książek technicznych na rok 1954“, inż. W. Burzyński — „Z działalności wydawniczej Państwowego Wydawnictwa Rolniczego i Leśnego“ oraz działy: „Nowiny techniczne z prasy zagranicznej“, „Sprawy organizacyjne NOT i Stowarzyszeń“, „Krytyka i bibliografia“.

HUTNIK w zeszycie nr 5/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: Wł. Grykasz — „1 Maja — dzień braterstwa“, dr F. Selbmann — „Karol Marks jako uczony i rewolucjonista“, mgr inż. I. Borejdo — „Zadania polskiej metalurgii na nowym etapie budowy socjalizmu“, inż. J. Klimek, inż. St. Podgórniki — „O racjonalne spalanie w piecach przemysłowych opalanych paliwami gazowymi“, inż. K. Mandybur — „Normalizacja w hutnictwie żelaza“, inż. St. Rurański — „Książki z dziedziny hutnictwa“ a dział „Nowości z dziedziny hutnictwa“ przynosi prace: S. Rosenberg — „Roztwory stałe w krystalizacji i ich znaczenie dla technologii wyrobów krzemionkowych“, W. Szymorski — „Masa do ubijania pieców indukcyjnych do rafinacji cynku“, K. Radzwicki — „Technologia wytapiania stali na odlewy w zasadowym piecu martenowskim“, J. Sobkowiak — „Walcarka planetarna na gorąco“, W. Januszkowski — „Zastosowanie riwanolu do ilościowego oznaczania wolframu w stalach wysokostopowych i stopach“.

PRZEGLĄD MECHANICZNY w zeszycie nr 5/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: — „Pierwszy Maj — radosne święto ludu pracującego“, inż. J. Legat — „Założenia współpracy resortu przemysłu maszynowego ze stowarzyszeniami naukowo-technicznymi“, mgr inż. Wł. Stolarek — „Planowanie rozruchu produkcji seryjnej“ część I. „Obliczanie kalendrzowej długości cyklu produkcyjnego dla planowania produkcji seryjnej“, prof. inż. T. Hobler — „Smukłość wymiennika ciepła“, mgr inż. K. Pawlicki — „Boczne odchylenie liny na kółkach i bębnoch“, mgr inż. St. Rytwiński — „Nowe podstawy wytrzymałościowych obliczeń części maszynowych“, mgr inż. A. Józefik — „Noże tokarskie ścinowe“, dr L. Kozłowski, mgr inż. K. Pogórecki, mgr inż. H. Zak — „Metoda produkcji odlewanych magnezów trwałych typu Alni, Alniko i Magniko“, mgr inż. M. Rogoziński — „Uwagi w sprawie konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń“, oraz działy „Przegląd prasy technicznej“, „Wiadomości SIMP“.

PRZEGLĄD SPAWALNICTWA zeszyt nr 5/54 obejmuje m. in. następujące artykuły: — „1 Maja“, prof. Z. Dobrowolski — „Spawalnictwo jako czynnik wzrostu wskaźników techniczno-ekonomicznych w budowie maszyn i urządzeń mechanicznych“, mgr inż. T. Drązkiewicz — „Przyczepność warstwy natryskowej“, mgr inż. A. Mazurkiewicz — „Analiza bezpieczeństwa pracy spawacza“.

PRZEGLĄD GÓRNICZY zeszyt nr 5/54 obejmuje m. in. następujące artykuły: — „W dniu 1 Maja“, mgr inż. M. Borecki — „Naukowy Zjazd Górniczy“, prof. dr B. Krupiński, mgr inż. M. Czechowicz, inż. Wł. Mrozek, mgr inż. W. Pirszel — „Wpływ zroboń na pokłady wyżej leżące“, mgr inż. J. Szawdyn — „Pomiary zbrojenia w szybách skipowych“, mgr inż. P. Klich — „Termiczne suszenie koncentratu flotacyjnego“, mgr inż. A. Mikucki — „Kolejki łańcuchowe“, dr J. Kuhl, mgr J. Ziolkowski — „Pierwiastki rzadkie w górnio-śląskim węglu“.

MECHANIK zeszyt nr 5/54 zawiera m. in. następujące artykuły: — „Święto pracy“, inż. A. Latour — „Zagadnienie upowszechnienia wysokowydajnej obróbki metali“, S. L. i J. O. — „Przełączanie przekładni w obrabiarkach“, inż. W. Grabowski — „Automatyzacja pomiarów w obróbce szlifowaniem“, K. P. — „Z radzieckich doświadczeń stosowania noży ze spieków ceramicznych“, J. Czarnecki i A. Turno — „Wykonywanie wkładek matrycowych metodą odkuwania“, mgr K. Wiśniewski — „Z praktyki stosowania kart kontrolnych w bieżącej produkcji“, inż. J. Płużek i inż. R. Zygałto — „Technologia chemiczno-mechanicznej obróbki metali“, prof. inż. J. Zawadzki — „Wyważanie szybkowirujących elementów maszynowych“, inż. Zb. Zanosinski — „Mechanizacja transportu wiórow“.

WIADOMOŚCI HUTNICZE zeszyt nr 5/54 przynosi m. in. następujące artykuły: „1 Maja — dzień braterstwa“, inż. K. Żemajtis — „W dniu naszego święta“, Wł. Grykasz — „Dzień Hutnika“, inż. B. Kołomyjski — „Organizacja i praca służby dyspozytorskiej“, R. Cop — „Współpraca personelu technicznego i finansowego w walce o obniżkę kosztów własnych“, Dział „Higiena i bezpieczeństwo pracy“ zawiera prace: mgr inż. J. Splewiński — „Bezpieczeństwo i higiena pracy przy obsłudze mieszalnika“, dział „Nowości techniczne“, inż. L. Andrejew — „Oczyszczanie spalin martenowskich“ a „Dział młodego hutnika“, mgr K. Doniec — „Przygotowanie rud do przeróbki hutniczej“, Zb. Piskuń — „Dorobek artystyczny hutników“, dr E. Rustanowicz — „Metalurgia lekkich metali“.

WIADOMOŚCI PKN w zeszycie nr 3/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: prof. dr Z. Klebowski — „W sprawie normalizacji stosowania znaków ($\pm$) przy naprężeniach stycznich: $\tau_z = \tau_{xy} = \tau_{yx}$ “, mgr K. Wiśniewski — „Statystyczna kontrola w walce o jakość produkcji zapalek“ (dokończenie), mgr inż. M. Myronowicz, mgr inż. S. Socha — „Ochrona przed korozją wyrobów stalowych za pomocą powłok metalowych (ogniowych)“, inż. T. Imiela, inż. J. Jabłoński — „Normalizacja w przemyśle drzewnym i papierniczym“, inż. H. Laurecka — „Materiały ogniowate i ich normalizacja“, mgr inż. Lisowski, dr J. Grochowski — „Normalizacja w przemyśle sprzętu medycznego“, mgr W. Kiedrzyńska — „Katalogi norm zagranicznych“ a dział „Normalizacja w resortach“ zawiera artykuły: mgr inż. W. Wasilewski — „Uwagi o działalności komórek normalizacyjnych w świetle zarządzeń“, — „Z wizytą w hucie im. Lenina“.

WIADOMOŚCI PKN zeszyt 4/54 zawiera m. in. następujące artykuły: mgr M. Żyżniewski, B. Mrozowski — „Organizacja prac normalizacyjnych w świetle tez do dyskusji na Ogólnokrajowej Naradzie Normalizatorów“, inż. E. Grabowski — „Zadania, organizacja i trudności w pracach jednostek normalizacyjnych przedsiębiorstw“, mgr I. Kotlarski — „Nomogram charakterystyk planów pojedynczych według wzoru Poissona“ a dział „Normalizacja w resortach“ przynosi artykuły: mgr inż. F. Przybylski — „Polskie górnictwo rud żelaza w świetle normalizacji“, inż. W. Wójcik — „Uwagi w sprawie normalizacji w polskim górnictwie rud nieżelaznych“, inż. J. Zawitniewicz — „O normalizacji w przemyśle metali nieżelaznych“, inż. J. Zwierzynski — „Zagadnienia normalizacji w lotnictwie cywilnym i sportowym“, mgr inż. F. Kacprzak — „Normalizacja w przemyśle organicznych półproduktów i barwników“.

WIADOMOŚCI PKN zeszyt nr 5/54 przynosi m. in. następujące artykuły: — „1 Maja 1954 roku“, mgr inż. S. Janicki — „Normalizacja jako czynnik postępu technicznego i oszczędności w przemyśle materiałach budowlanych“, S. Pyz — „Uwagi o normalizacji sprzętu aptecznego“, mgr inż. J. Kurpiewski — „Zagadnienie normalizacji w radiofonii“, oraz działy: „Normalizacja w resortach“, „Technika normalizacyjna“, „Przegląd prasy normalizacyjnej zagranicznej“, „Normy zagraniczne“.

CZASOPISMA NADEŚLANE ZAGRANICZNE

„SLĚVĚRENSTVÍ“ — zeszyt 5/54 przynosi m. in. artykuły: S. Lorenc, M. Julina — „Wyrób bimetalicznych przedmiotów z brązów“, M. Klíma — „Odlewanie stopów aluminium z kadzi o dwu dziobach“, K. Štastný — „Normy czasu i normowanie techniczne w odlewniach“, J. Plch — „Doświadczenia ruchowe przy prowadzeniu żeliwiaków“.

„HUTNICKÉ LISTY“ — w zeszycie 5/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: F. Wiesner — „Rozwój teorii walcowania“, J. Rákosník — „Przygotowanie chlorku tytanu i jego redukcja na tytan metaliczny“, P. Gröbner — „Wykres zależności wolnej entalpii karbidów od temperatury“, F. Kadlec — „Odwrotne ługowanie koncentratów cynkowych“, A. Mayer — „Teoria topienia w piecach szybowych dla produkcji ołowiu“, V. Suchánek — „Technologia produkcji bimetalicznych półfabrykatów na cienkościenne łożyska z wykładziną ze stopów cyny“.

METALLURGIE UND GIESSEREITECHNIK w zeszycie nr 4/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: K. Richter — „Ochrona pracowników przy wielkich piecach“, W. Bøddeker — „Otrzymywanie żelaza z rud w piecach bębnowych“, H. Ringpfeil — „Żeliwo odporne na ścieranie, otrzymywanie, kontrola własności“, A. I. Zelikow — „Rozwój walcowni“, — „Małe wielkie piece w Indiach“, — „Regulacja napędów walcarek“, — „Sprawozdanie ze zjazdu laborantów, Lipsk 1953“, B. Trzeciak — „Upalanie stali i żeliwa palnikiem z dodatkiem pyłu żelaznego“, E. R. Thews — „Rozdzielanie wiór“, H. Neumann — „Kształcenie inżynierów dla walcowni w szkole w Riesa“ oraz działy: „Z praktyki odlewniczej“, „Patenty“, „Nowe książki“.

GIESSEREI zeszyt nr 8/54 przynosi m. in. następujące artykuły: — „Targi w Hannoverze 1954“, R. Weidner — „Przemysł odlewniczy USA“, H. Kopp — „Badanie żeliwiaka z gorącym dmuchem“, K. Figge — „3 lata produkcji żeliwa sferoidalnego w Niemczech Zachodnich“. Dział „Przegląd pism technicznych“ omawia prace: — „Rozwój technicznych stopów żelaza“, — „Emaliowanie żeliwa“, — „Wpływ warunków odlewania na wady odlewów brązowych“, — „Napężenia w stopach aluminium“, — „Prasowanie odlewów“, — „Wpływ płynności mas formierskich na jakość powierzchni odlewów“ a dział „Z praktyki odlewniczej“: — „Obliczanie układu wlewowego“, — „Odlewanie skrzynek do form metalowych“. W dziale „Pytania i odpowiedzi“ znajdujemy prace: — „Wady odlewów ciśnieniowych“, — „Pęknięcie odlewów“, — „Żeliwny kocioł do cynkowania“, — „Pęcherze w odlewach“, — „Otrzymywanie rdzeni ze szkłem wodnym“, — „Dodawanie do kadzi dodatków stopowych“, — „Pęcherze w odlewach mosiężnych“, — „Wady rur odlewanych w masie piaskowej“.

GIESSEREI zeszyt nr 9/54 zawiera m. in. następujące artykuły: R. Weidner — „Przemysł odlewniczy

w USA“ (c. d.), F. Vollmat — „Brązy ołowiane“, T. Geilenkirchen — „Referaty na Kongresie Odlewniczym w Paryżu 1953“. Dział „Przegląd pism technicznych“ obejmuje prace: — „Szybkie polerowanie zgładów“, — „Zgorzelina na odlewach ze stopów lekkich“, — „Przyczynek do poznania mechanizmu krępowienia odlewów“ a dział „Z praktyki odlewniczej“: — „Spawanie żeliwa“. W dziale „Pytania i odpowiedzi“ znajdujemy prace: — „Masa na odlewy z żeliwa ciągliwego“, — „Powlekanie powierzchni komina żeliwiaka“, — „Uszkodzenie rdzeni przy odlewaniu brązów“, — „Pęknięcie tygli w odlewni stopów aluminium“, — „Chropowatość powierzchni odlewów“.

GIESSEREI w zeszycie nr 10/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: G. Hücking — „Rozwój odlewni metali nieżelaznych w roku 1953“, G. Schwietzke — „Zagazowywanie i odgazowywanie stopów“, R. Weidner — „Przemysł odlewniczy w USA (dokończenie)“, T. Geilenkirchen — „Referaty na Kongresie Odlewniczym w Paryżu 1953“. W dziale „Przegląd pism technicznych“ znajdujemy prace: — „Topienie tytanu i cyrkonu“, — „Lutowanie aluminium ultradźwiękiem“ a w dziale „Z praktyki odlewniczej“: — „Wykonanie pokrywy z siluminu“. Prócz tego dział „Pytania i odpowiedzi“ zawiera prace: — „Kwasoodporne żeliwo“, — „Płomień w oknie wsadowym“, — „Pęknięcie koła zębatego“, — „Wady odlewów wykonanych w masie cementowej“, — „Czy większy dodatek kamienia wapiennego powoduje odsiarczanie?“, — „Wykonanie modeli ślimaka i ślimacznicy“, — „Jak wpływa mały dodatek tytanu na żeliwo żaroodporne?“.

FONDERIE w zeszycie nr 100 (maj) zamieszczono m. in. następujące artykuły: J. Gissener, T. Krovgig — „Ostatnie osiągnięcia w norweskim przemyśle odlewniczym“, P. Nicolas — „Nieco wyników otrzymanych z pierwszej analizy co do zanieczyszczenia odlewni pyłem“, H. Siegel — „Badania nad pochłanianiem gazów w czasie topienia w żeliwiaku z uwzględnieniem składu wsadu“, — „Norma wytwarzania stopu A-U4NT (AC-Cu-Ni-Mg)“ a w dziale „Rady praktyczne dla odlewników“ prace: „Próbka lejućności staliwa“, — „Kilka uwag o formowaniu bezskrzynkowym“.

JOURNAL OF THE IRON AND STEEL INSTITUTE zeszyt nr 5/54 zawiera m. in. następujące artykuły: S. Fornander — „Procesy wytwarzania żelaza i stali stosowane w Szwecji“, M. Tigershiöld — „Zagadnienia brykietowania metodą wytłaczania pod próżnią“, J. M. Ridgion, E. Cohen, C. Lang — „Rozwój procesu brykietowania szlachetnych rud żelaznych“, P. G. Kihlstedt — „Zagadnienia aglomeracji rud żelaza w Szwecji“, B. Kalling, E. Johansson — „Redukowanie rudy żelaznej w piecu obrotowym bez topienia“, F. Kazinczy — „Teoria wpływu wodoru na kruchość“, W. P. Rees, B. E. Hopkins, H. P. Tipler — „Wytrzymałość na rozciąganie i udurowienie stopów Fe-Si, Fe-Ni, Fe-Cr i Fe-Mo o wysokiej czystości“, B. E. Hopkins, H. R. Tipler — „Wpływ obróbki cieplnej na kruchość stopów żelazo-azot o wysokiej czystości“, A. Josefson — „Zasadowa stal bessemerowska wolna od perlitu. Wytwarzanie i własności“, O. Svahn — „Własności blachy stalowej przy głębokim ciągnięciu“, G. Wallquist — „Obliczanie nacisku walców i zużycia energii przy walcowaniu na gorąco“, G. Molinder — „Praktyczne zagadnienia badania twardości taśmy stalowej“, E. Oehman, J. P. Saville — „Powszechna klasyfikacja dziesiętna w zastosowaniu do literatury metalurgicznej“.

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

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

Redaktor Naczelny: zast. prof. inż. Czesław Kalata

Sekretarz Redakcji: Jadwiga Gierdziewska



WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

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

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

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

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

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

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

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 dyplomowa ¹⁾

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 — Mechanizowana obróbka i oczyszczalnia. 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 mikrofotografie powinny być wykonane kontrastowo (ostro) i na blyszczącym 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.

Podpisów pod rysunkami nie należy umieszczać na rysunkach, lecz dołączyć do maszynopisu spis rysunków z podpisami jako oddzielny załącznik.

11. Tablic nie należy zamieszczać w tekście, lecz załączyć na oddzielnych arkuszach w dwóch egzemplarzach. U góry każdej tablicy po prawej stronie należy podać numer tablicy np. „Tablica 5“. Poniżej nad tablicą należy umieścić tytuł tablicy podkreślony np. Przeciętne własności mechaniczne żeliwa uzyskane w Zakładach im. Woroszyłowa.

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

U W A G A:

O przyjęciu artykułu decyduje Komitet Redakcyjny. Maszynopisów nadesłanych artykułów Redakcja nie zwraca.

Redakcja czasopisma

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- BATURIN W. W.: **Podstawy wentylacji przemysłowej.** Tłum. z ros. A. Wysocki. s. 348, zł 36.30 (w oprawie)
- BLÜMKE F.: **Samochody pożarnicze.** s. 114, zł 8.—
- CIUPALSKI S.: **Maszynoznawstwo poligraficzne.** Część I. Naczelna Organizacja Techniczna. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich Sekcja Poligrafów. s. 300, zł 13.60
- JANICKI E., KALATA Cz., KOBYLIŃSKI S.: **Systematyka wad odlewów stalowych z atlasem.** s. 143, zł 14.80 (w oprawie)
- KASZIRIN A. I.: **Technologia budowy maszyn.** Tłum. z ros. W. Majewski i A. Moroz. s. 633, zł 74.— (w oprawie)
- KRUPA L.: **Wrębiarki ścienne.** Biblioteczka Górnicza. s. 111, zł 7.50
- MICHEL E., DORRFELD W.: **Poradnik smarownika.** Tłum. z niem. J. Solik. s. 176, zł 20.50
- NAJBERG M.: **Obsługa akumulatorów ołowianych.** Seria „Będę fachowcem”. s. 60, zł 3.20
- PAWŁOWSKI S., SZYMBORSKI W.: **Ceramiczne tworzywa izolacji cieplnej.** s. 204, zł 16.—
- Piece grzewcze, walcownicze i kuźnicze. Tom I. Praca zbiorowa pod red. Z. Wusatowskiego. s. 262, zł 28.50 (w oprawie)
- Przepisy bezpieczeństwa pracy w eksploatacji linii napowietrznych o napięciu ponad 35 kV. Wyd. 3 poprawione. Biblioteka Ochrony Pracy. s. 91, zł 6.—
- RAFALSKI J.: **Transport wewnętrzny w przemyśle spożywczym.** s. 155, zł 11.30
- ROTKIEWICZ W.: **Technika odbioru radiowego.** Tom II. s. 452, zł 41.50 (w oprawie)
- SAWOSTJANOW M. S.: **Mechanizacja transportu wewnętrznego w zakładach włókienniczych.** Tłum. z ros. S. Witkowski. s. 179, zł 12.80
- SMOLIŃSKI A.: **Zasady wzmacniania.** Tom I. Podstawy teoretyczne. Wyd. 3 — przedruk z klisz wydania 2 z erratą na końcu książki. s. 300, zł 15.—
- Sprzęt ochrony w elektroenergetyce. Przepisy bezpieczeństwa pracy. Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. Biblioteka Ochrony Pracy. s. 58, zł 4.70
- SZUPP B.: **Podręcznik spawania acetylenowego.** Wyd. 3 poprawione i uzupełnione. s. 294, zł 22.— (w oprawie)

KSIĄŻKI WYDANE POPRZEDNIO

- DUBICKI G. M., IZRAILEWICZ Ł. A.: **Obliczanie układów wlewowych form odlewniczych za pomocą nomogramów.** Tłum. z ros. K. Hess. 1952, s. 33, zł 2.—
- GIERDZIEJEWSKI K.: **Kurs odlewnictwa.** Materiały formierskie i ich przeróbka w odlewniach. Wyd. 2. 1950, s. 306, zł 28.—
- GIERDZIEJEWSKI K.: **Odlewnictwo.** Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. 1953, s. 356, zł 11.50
- JANUSZEWICZ P.: **Żeliwiak i jego prowadzenie.** 1953, s. 144, zł 17.50 (w oprawie)
- KALATA C.: **Żeliwo.** 1952, s. 152, zł 13
- KLIMCZYK W.: **Odlewanie wlewków stalowych.** 1953, s. 214, zł 22.50 (w oprawie)
- LUTOSŁAWSKI J.: **Odlewnictwo w Planie 6-letnim.** 1952, s. 135, zł 2.—
- PIWOŃSKI T.: **O czym powinien wiedzieć formierz przy ręcznym formowaniu.** 1953, s. 128, zł 7.—
- PIWOŃSKI T.: **O czym powinien wiedzieć rdzeniarnia.** 1953, s. 84, zł 5.—
- RUSSJAN S.: **Normowanie techniczne w odlewnictwie.** Tłum. z ros. M. Skarbiński. 1952, s. 168, zł 30.—
- SALA T.: **Nadlewy.** 1952, s. 68, zł 2.50
- STAUB F., PACHOWSKI M.: **Odlewnictwo żeliwa.** 1952, s. 227, zł 15.—
- SZCZAWIŃSKI S.: **Metale nieżelazne i ich stopy w odlewnictwie.** 1952, s. 215, zł 29.—
- SZUYSKA E.: **Laboratorium chemiczne przy odlewni żeliwa.** 1953, s. 64, zł 6.—
- WERTZ Z.: **Badanie piasków i mas formierskich.** 1952, s. 71, zł 6.50
- WITKOWSKI T.: **Staliwo.** 1952, s. 71, zł 12.—
- WOROPAJEW I. S.: **Kompleksowa mechanizacja malej odlewni.** Tłum. z ros. J. Lutosławski. 1952, s. 88, zł 5.70

PIERWSZE PRACE NAD PRZYGOTOWANIEM PLANU 5-LETNIEGO PRZEZ INSTYTUT ODLEWNICTWA

Instytut Odlewnictwa rozpoczął już wstępne prace nad przygotowaniem 5-letniego planu w zakresie tematyki prac badawczych. W pierwszym rzędzie przystąpiono do ustalenia zasadniczych problemów i zagadnień, które stanowią będą podstawę do opracowania szczegółowego planu.

Ze względu na to, że zestawienie tych problemów daje obraz zasadniczych kierunków działalności i rozwoju Instytutu, wydaje się celowe zaznajomienie z nimi czytelników „Przeglądu Odlewnictwa”.

Tematyka planu zestawiona została dla poszczególnych zakładów Instytutu.

Zakład Technologii Ogólnej

Tematyka Zakładu obejmuje zagadnienia technologii formy i rdzenia, procesy technologiczne modelarni, zagadnienia mechanizacji i automatyzacji procesów odlewniczych, zagadnienia wad odlewniczych oraz kontroli technologicznej. Z ciekawszych zagadnień przewidzianych do rozwiązania w ramach planu 5-letniego przytoczyć należy:

1. Dobór i obliczanie układów wlewowych form piaskowych i metalowych dla podstawowych stopów odlewniczych.
2. Analiza procesu krzepnięcia i zasilania odlewów.
3. Formowanie z zacieśnionymi tolerancjami wymiarowymi odlewów.
4. Opracowanie najwłaściwszych metod kontroli przebiegu procesów technologicznych oraz gotowych wyrobów.
5. Mechanizacja i automatyzacja procesów odlewniczych.

Zakład Tworzyw Żelaza

Do głównych zadań Zakładu należy opracowanie nowych ekonomicznych stopów żelaza, badanie ich własności i metod otrzymywania znanych tworzyw, wreszcie zagadnienia walki z brakami materiałowymi. Zagadnieniem, na jakie Instytut położy specjalny nacisk w ramach prac planu 5-letniego, będzie dobór właściwych tworzyw z punktu widzenia ekonomii wytwarzania ciekłego metalu i wytwarzania odlewów. Z ciekawszych problemów tego Zakładu wymienić należy:

1. Zbadanie wpływu „dziedziczności” na własności żeliwa.
2. Wpływ wtrąceń niemetalicznych i zanieczyszczeń stopowych na własności żeliwa i staliwa.
3. Wpływ gazów zawartych w staliwie na własności fizyczne, chemiczne i odlewnicze.
4. Technologia otrzymywania staliwa wysokojakościowego procesami podwójnymi i potrójnymi.
5. Badanie nad powstawaniem wad materiałowych w odlewach z żeliwa szarego, sferoidalnego oraz ciągliwego.

Zakład Tworzyw Metali Nieżelaznych

Zadaniem Zakładu jest rozwiązywanie zagadnień związanych z odlewnictwem metali nieżelaznych, głównie od strony materiałoznawczej. Przewidywane są następujące problemy:

1. Badanie własności znormalizowanych oraz nowych stopów dla użytku konstruktorów i użytkowników.
2. Badanie wpływu domieszek na własności znormalizowanych stopów — w celu poprawy norm oraz wytycznych do produkcji bloków ze złomu i otoczek.

3. Opracowanie nowych racjonalnych metod topienia i rafinacji. Gazy w metalach. Sposoby określania ich zawartości, wpływ na własności tworzywa i sposoby usuwania.
4. Mechanizm powstawania wad materiałowych i sposoby ich zwalczania.
5. Modyfikowanie stopów metali nieżelaznych.

Zakład Materiałów Formierskich i Pomocniczych

Do podstawowych zadań tego Zakładu należy badanie krajowych złóż piasków i glin formierskich, opracowanie nowych spoiw rdzeniowych, materiałów pomocniczych oraz mas formierskich o specjalnych własnościach.

Z nowych zagadnień dotychczas nie rozpracowanych wymienić należy badania nad materiałami ogniotrwałymi, formy ceramiczne oraz powłoki ceramiczne odlewów, wreszcie zagadnienia emalierskie, z których w pierwszym etapie przewiduje się wytypowanie optymalnych warunków pokrywania żeliwa emalią.

Zakład Analityczny

Zasadnicze kierunki prac tego Zakładu grupować się będą wokół następujących problemów:

1. Nowoczesne metody analizy metali i stopów odlewniczych, żużli i gazów.
2. Najwłaściwsze metody badań korozyjnych oraz przeprowadzenie tych badań w warunkach laboratoryjnych i ruchowych.
3. Technologia otrzymywania powłok ochronnych na odlewach.

W szczególności przewiduje się rozpracowanie metod analizy gazów w metalach, wtrąceń niemetalicznych oraz oznaczenia makro- i mikrosegregacji w stopach.

Zakład Fizyki Metali

Prace Zakładu grupować się będą wokół dwóch zasadniczych problemów:

1. Metody badań oraz badania w temperaturach zwykłych i podwyższonych własności fizycznych stopów odlewniczych i materiałów stosowanych w odlewnictwie.
2. Zagadnienia obróbki cieplnej stopów odlewniczych.

Zadaniem prac z zakresu badań własności fizycznych stopów odlewniczych i innych materiałów stosowanych w odlewnictwie będzie dostarczenie teoretycznych podstaw dla prac z zakresu technologii formy, zalewania formy ciekłym metalem oraz metod wytapiania stopów odlewniczych. Projektowane są badania nad napięciem powierzchniowym, lepkością i gęstością metali w stanie ciekłym, rozpuszczalnością gazów w metalach oraz wpływem atmosfery pieca na własności stopów.

Z prac nad obróbką cieplną przewiduje się badania nad hartowaniem prądami indukcyjnymi, azotowaniem żeliwa oraz nad obróbką termiczną brązów krzemowych, stopów aluminium, magnezu i cynku.

Przewidywane są również prace nad nowoczesnymi metodami defektoskopii oraz badania struktur stopów odlewniczych.

Zakład Badań Mechanicznych

Zasadnicze problemy tego Zakładu w planie 5-letnim przedstawiają się następująco:

1. Badania nad własnościami wytrzymałościowymi stopów odlewniczych.
2. Analiza naprężeń odlewów — wytyczne właściwego kształtu i technologii wykonania odlewów.
3. Badania własności zmęczeniowych.
4. Badania własności ciernych.

W ujęciu ogólnym zadaniem tego Zakładu jest wszechstronne badanie własności mechanicznych tworzyw odlewniczych w celu dostarczenia konstruktorom wyczerpujących danych, umożliwiających zastosowanie tych tworzyw w konstrukcjach.

Z drugiej strony do zadań Zakładu należy badanie zależności pomiędzy własnościami mechanicznymi odlewów a jego kształtem i technologią wykonania.

Jerzy Łempicki

Z PRAC INSTYTUTU ODLEWNICTWA

Nowe wysokojakościowe stopy miedzi

Prowadzone od kilku lat prace nad ekonomicznymi stopami miedzi wykazały możliwość ograniczenia zużycia nie tylko deficytowych dodatków stopowych jak: Sn, Ni, Al, Be, Sb i in., lecz również i samej miedzi na drodze zastosowania stopów typu niskomiedziowych mosiądzów manganowych, które wykazują bardzo wysokie własności i szerokie możliwości zastosowania przy zawartości miedzi nie przekraczającej nawet 45%.

Tablica 1

Zależność między składem chemicznym, strukturą i własnościami stopów Cu-Zn-Mn w zakresie 40–50% Cu, 40–60% Zn i 0–10% Mn

Skład chemiczny		Struktura faza	Własności mechaniczne		
Cu/Zn	Mn %		R_r kG/mm ²	a_1 %	H_B kG/mm ²
≥ 1	≤ 5	β	20÷65	20÷21	128÷155
≥ 1	≥ 5	$\beta + \varphi$	38÷55	2÷8	150÷170
≤ 1	≤ 5	$\beta + \gamma$	9÷52	0÷6	128÷325
≤ 1	≥ 5	$\beta + \gamma + \varphi$	10÷50	0÷5	159÷615

Na drodze systematycznych badań zależności między składem chemicznym, strukturą i własnościami stopów w zakresie 40÷50% Cu, 4÷60% Zn i 0÷10% Mn określono skład chemiczny i własności szeregu stopów najkorzystniejszych pod względem ekonomii (minimum zawartości Cu) i możliwości zastosowania (maksimum własności), jak również wytknięto kierunek rozwojowy dalszych badań, mających na celu opracowanie tworzyw o niespotykanych wśród stopów

nie odpowiada maksymalnie nasyconej manganem i cynkiem fazie β układu Cu-Zn-Mn, a którego własności w stanie lonym przekraczają 60 kG/mm² R_r i 150 kG/mm² H_B . Teoretyczne badania i próby praktyczne stwierdziły szerokie możliwości podwyższenia: własności i obniżenia ceny bazowego stopu na drodze wprowadzenia w jego skład dodatków stopowych: Ni, Pb, Fe, Al i Sn, oraz zastosowania obróbki cieplnej i plastycznej. Warunkiem zachowania wysokich własności jest taki dobór rodzaju i ilości dodatków stopowych, by ich wprowadzenie nie wywołało powstania w strukturze kruchych faz γ lub φ (Cu-Zn-Mn), tj. by zgodnie z tabl. 1 zachowany był warunek stopu bazowego Cu : Zn : Mn = 47,5 : 47,5 : 5. Stosownie do tego Ni jako łatwo rozpuszczalny w fazie β (Cu-Zn-Mn) wprowadzany być może w miejsce Cu w ilości do 2%; nierozpuszczalny praktycznie Pb, bez poważniejszego wpływu na własności stopów, wprowadzany być może w miejsce równych ilości Cu i Zn w ilościach nawet do 7% i tylko ze względu na skłonność do segregacji grawitacyjnej w czasie odlewania i wyciekania podczas przeróbki plastycznej ogranicza się jego zawartość do 4%. Żeliwo traktować należy jako nie- niemożliwą w praktyce do uniknięcia domieszkę, która znajdując się w ilościach do 1% kosztem równych ilości Cu i Zn nie wywiera znaczącego wpływu na własności stopu. Dodatki stopowe wprowadzane być mogą pojedynczo, niezależnie od siebie, lub też razem — równocześnie, nadając stopom specyficzne własności, jak np. wysokie własności mechaniczne i korozyjne (Ni), lub odporność na ścieranie i dobrą skrawalność, przy czym samą swoją obecnością obniżają one zawartość Cu w stopie, a tym samym jego cenę.

Na skutek wprowadzania dodatków stopowych ilość wariantów nowo opracowanych stopów może być bardzo duża, toteż w tabl. 2 przytoczono tylko kilka przykładów najprzydatniejszych stopów. Praktyczne próby udowodniły prawdziwość teoretycznych obliczeń, a wytypowane na podstawie naukowych przewidywań stopy wykazują oczekiwane własności.

Trudno jest w tej chwili przewidzieć dokładnie własności i możliwości zastosowania nowych zwłaszcza więcej złożonych stopów, dotychczasowe próby pozwalają jednak spodziewać się rewelacyjnych wyników, a osiągnięcie stopów o własnościach w stanie lonym R_r około 70, a_1 około 30 i H_B około 160 wydaje się być całkiem realne. Stopy te o własnościach zbli-

Tablica 2

Skład chemiczny i przybliżone własności mechaniczne nowo opracowywanych stopów

Lp.	Skład chemiczny %						Własności mechaniczne		
	Cu	Zn	Mn	Ni	Pb	Fe	R_r kG/mm ²	a_1 %	H_B kG/mm ²
1	47,5	47,5	5				60	18	150
2	47,0	47,0	5			1	65	20	160
3	46,5	46,5	2,5		4	1	50	17	120
4	42,5	44	4,5	2	4	1	45	45	135

miedzi a zbliżonych do stali własnościach mechanicznych, dużej odporności na korozję, ścieranie, ciśnienie hydrauliczne i temperatury podwyższone i dużej zarazem podatności na technologiczne procesy odlewania, obróbki plastycznej, cieplnej, skrawaniem i spawaniem. Nowe stopy opierać się będą na bazie najkorzystniejszego stopu potrójnego Cu-Zn-Mn, o składzie Cu = 47,5%, Zn = 47,5%, Mn = 5%, który struktural-

nych do stali, a wyższych od wszystkich dotychczas produkowanych stopów miedzi, dadzą się obrabiać cieplnie, plastycznie, skrawać i spawać i znajdują w przyszłości szerokie zastosowanie na wszelkiego rodzaju armaturę, oraz części maszyn odporne na obciążenia mechaniczne, korozję, ścieranie, ciśnienie i podwyższone temperatury, zamiast dotychczas stosowanych mosiądzów zwyczajnych, manganowych, krze-

Tablica 3

Wpływ modyfikacji na własności mechaniczne i odlewnicze stopu Nr 3 tabl. 2

Ilość modyfikatora w % od wsadu	Własności mechaniczne				Lejność w cm				% udanych odlewów
	R_r kG/mm ²	a_1 %	C %	H_B kG/mm ²	980°	950°	920°	890°	
—	44	6,3	0	142	36	29	27	25	0
0,05	50,5	13,3	16	130	63	59	45	43	100
0,10	53,0	19,0	22	128	64	60	59	50	100
0,20	50,5	18,6	20	133	65	59	54	22	100

Wpływ 75-procentowej przeróbki plastycznej na własności mechaniczne badanych stopów

Skład chemiczny						Własności mechaniczne					
Cu %	Zn %	Mn %	Ni %	Pb %	Fe %	R _r kG/mm ²		a ₁ %		H _B kG/mm ²	
						lany	przerabiany	lany	przerabiany	lany	przerabiany
46,9	reszta	0,55	—	4,75	0,34	46	67	18	30	115	130
46,5	„	1,20	1,57	2,75	2,15	42	55	9	15	120	156
46,3	„	1,75	—	5,19	1,31	39	49	13	16	128	135

mowych, aluminiowych, a nawet niektórych brązów cynowych i krzemowych.

Wstępne badania nad obróbką cieplną i plastyczną wykazują ponadto możliwości uzyskania wystarczająco wysokich własności również w stopach o jeszcze mniejszej zawartości miedzi. Ze względu na zbyt małą ilość danych nie można jeszcze ściśle określić składu chemicznego i sposobu obróbki tych stopów, przypuszczając jednak można, że zawierać one będą Cu i Zn w granicach stosunku Cu/Zn = 1,0÷0,9, Mn w ilościach do 5%, Ni do 2%, Pb do 5% i Fe do 1%.

Tabela 5

Efekt ekonomiczny przy zastąpieniu dotychczasowych stopów stopem Nr 3 z tabl. 2

Rodzaj stopu	B 10	B 555	MK 80	MKO 80	MM 50	MO 60
Oszczędności miedzi i drogich dodatków stopowych w %	54	34	22	22	12	14

Celem umożliwienia praktycznego wykorzystania nowych stopów opracowano w oparciu o liczne badania i konkretne próby przemysłowe technologię produkcji półfabrykatów-bloków w piecach tyglowych o małym tonażu i w wielotonowych piecach indukcyjnych niskiej częstotliwości przy użyciu czystych surowców jak również złomowych, a na drodze wprowadzenia pewnego rodzaju modyfikacji opracowano technologię produkcji wszelkiego rodzaju pod względem kształtu, tonażu i przeznaczenia odlewów. Dalsze prace mające na celu rozszerzenie możliwości zastosowania nowych stopów doprowadziły do wstępnego opracowania technologii obróbki plastycznej i cieplnej.

Abstrahując od naukowego i propagandowego znaczenia nowych tworzyw, które w dziedzinie oszczędnościowych stopów miedzi zapewnią nauce i technice polskiej przodujące stanowisko, przynoszą one ogromny efekt ekonomiczny, wyrażający się w produkcji stopów miedzi oszczędnością kilkunastu do kilkudziesięciu procent miedzi i jej cennych dodatków stopowych, kosztem taniego i dostępnego cynku oraz nieznacznych ilości manganu.

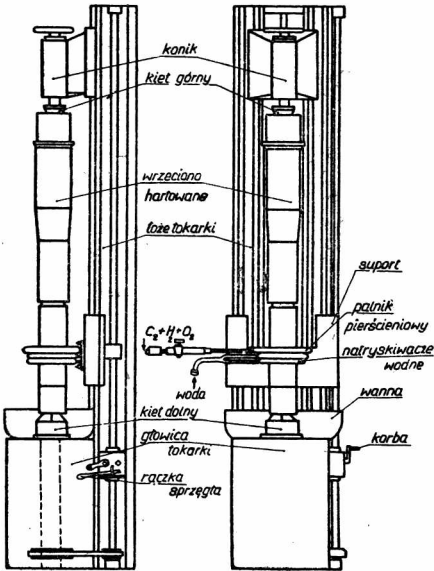
mgr inż. Krzysztof Rutkowski

Hartowanie powierzchniowe żeliwnych wrzecion obrabiarkowych metodą płomieniową acetylenowo-tlenową

Hartowanie powierzchniowe metodą płomieniową polega na szybkim podgrzaniu powierzchni przedmiotu do temperatury hartowania materiału i następnym szybkim jej oziębieniu zanim ciepło przeniknie do wnętrza części hartowanej. Warstwa zewnętrzna musi pochłaniać bez porównania więcej ciepła aniżeli może być odprowadzone przez warstwy wewnętrzne. W tym celu należy używać płomienia o wysokiej temperaturze, wytwarzającego na małej przestrzeni duże ilości ciepła, tj. dającego duże „spiętrzenie ciepła”. Poza tym płomień ten winien mieć własności obojętne lub też nawęglające, ale nigdy utleniające, gdyż może to spowodować odwęglenie powierzchni lub jej pękanie.

Najodpowiedniejszy jest płomień acetylenowo-tlenowy, posiadający bardzo wysoką temperaturę ~ 3200°C, którą uzyskuje się przy stosowaniu mieszaniny o stosunku tlen : acetylen = 1,25÷1,5.

Dla podniesienia odporności na ścieranie żeliwnych wrzecion obrabiarkowych, a szczególnie ich czopów łożyskowych jako najsilniej narażonych na zużycie przez tarcie, zostały przeprowadzone przez Instytut Odlewnictwa próby powierzchniowego hartowania wrzecion żeliwnych metodą płomieniową acetylenowo-tlenową. Próby te przeprowadzono w F. U. M. Poręba, która posiada odpowiednie urządzenia i przeprowadza hartowanie powierzchniowe wrzecion stalowych. Odnośne urządzenie, przedstawione na rys. 1, składa się: z przystosowanej do tego celu tokarki, ustawionej w pozycji pionowej, zestawu pierścieniowych palników grzewczych i pierścieniowego podwójnego natrysku wodnego. Urządzenie zasila bateria butli z tlenem i acetylenem, zaopatrzona w aparaty pomiarowe (manometry i reduktory). Hartowane wrzeciono umieszcza się pionowo na kłach tokarki i wykonuje ruch obrotowy około 50 obr./min., a suport z przytwierdzonymi doń palnikami grzewczymi i natryskiem wodnym wykonuje ruch posuwisty z dołu



Rys. 1

do góry wzdłuż prowadnic łoża. Wstępne próby hartowania powierzchniowego tą metodą przeprowadzono na wrzecionie odlanym z żeliwa modyfikowanego klasy ŻIM26 o twardości w stanie surowym 205 H_R. Połowę długości czopa o większej średnicy zahartowano przy szybkości liniowej posuwu palników i natrysku 72 mm/min., a połowę przy szybkości liniowej posuwu 100 mm/min. Twardość po zahartowaniu powierzchni czopa na całej długości hartowania wynosiła 50÷55 H_{RC}, przy czym nie stwierdzono różnicy w twardości połówek zahartowanych przy różnej szybkości liniowej posuwu palników. Po przecięciu czopa wzdłuż mierzono głębokość zahartowania powierzchni, która dla części czopa hartowanej przy szybkości posuwu palników 72 mm/min. wynosiła około 3 mm,

a dla części hartowanej przy szybkości posuwu 100 mm/min. wynosiła około 1,5 mm. Badanie rozkładu twardości na przekroju warstwy zahartowanej wykazało niższą twardość samej powierzchni w porównaniu z warstwą w głębi, co jest spowodowane częściowym odwęgleniem powierzchni na stosunkowo niedużej głębokości. Przejście z warstwy zahartowanej w głąb materiału jest stosunkowo łagodne i wyklucza możliwość łuszczenia się warstwy zahartowanej podczas pracy wrzeciona. Struktura warstwy zahartowanej jest martenzytyczna, bardzo drobnoziarnista.

Przy oglądaniu gołym okiem zahartowanej powierzchni czopa pierwszego wrzeciona poddanego hartowaniu płomieniowemu zaobserwowano w miejscu rozpoczęcia nagrzewania pasek siatki pęknięć, a przy hartowaniu dalszych wrzecion nawet częściowe nadtopienie powierzchni hartowanej. Świadczyło to o tym, że w tym miejscu nastąpiło zbyt silne przegrzanie materiału, i że należy włączać posuw palników natychmiast po ich zapaleniu i uregulowaniu wielkości płomienia. Następne wrzeciona hartowane z natychmiastowym włączeniem posuwu palników, po ich zapaleniu i uregulowaniu, nie posiadały już paska siatki pęknięć.

W oparciu o pozytywne wyniki hartowania powierzchniowego metodą płomieniową wrzecion żeliwnych Instytut Odlewnictwa podjął w bieżącym roku również na terenie F. U. M. Porębą badania nad hartowaniem płomieniowym. acetylenowo-tlenowym przewodniczącym tokarek TR55. Skonstruowano w tym celu specjalny palnik profilowy dwuczęściowy dla równoczesnego hartowania obu przewodniczących. Wyniki prób hartowania prowadzić będziemy w najbliższych numerach naszego Biuletynu.

*dr inż. Antoni Woźniacki
inż. Tadeusz Niewiara*

KRONIKA INSTYTUTU ODLEWNICTWA

Dalszy rozwój Zakładu Instruktażu i Ekspertyz

W styczniu 1953 r. uruchomiony został Zakład Instruktażu i Ekspertyz, jeden z zakładów usługowych Instytutu Odlewnictwa, pracujący na zasadach rozrachunku gospodarczego. W r. 1953 Zakład wykonał szereg poważnych prac usługowych dla przemysłu jak również i liczne drobne ekspertyzy i opracowania. W bieżącym roku nastąpił dalszy rozwój Zakładu wskutek przejścia na Zarządzenie Ministra Przemysłu Maszynowego Działu Form Ciśnieniowych i Kokil, który należał dotychczas do Centralnego Biura Konstrukcyjnego Maszyn i Urządzeń Odlewniczych. W ten sposób w Zakładzie Instruktażu i Ekspertyz koncentrują się obecnie całkowicie usługi dla przemysłu, dotyczące technologii procesów odlewniczych.

Zakład wykonuje bieżącą dokumentację technologiczną, obejmującą konstrukcję modeli, rdzennic, płyt modelowych, form piaskowych, metalowych, grawitacyjnych i ciśnieniowych, karty technologiczne, kalkulacyjne i instrukcje odlewnicze. Pracownicy Zakładu przeprowadzają wdrażanie opracowanych technologii, zarówno w odlewniach zmechanizowanych o produkcji seryjnej jak i indywidualnych, w formie instruktażu załóg odlewni na odcinku sporządzania mas formierskich i rdzeniowych, formowania ręcznego i maszynowego, odlewania odśrodkowego, kokilowego i ciśnieniowego, prowadzenia procesów metalurgicznych i kontroli wyrobów, opartej na nowoczesnych metodach statystycznych. Działalność Zakładu obejmuje również wykonywanie charakterystyk, uruchamianie i wskazywanie usterek instalacji do topienia, suszarni, żarzaków, urządzeń do przerobu mas formierskich i innych urządzeń indywidualnych i zespołów zmechanizowanych.

Rozwinięcie działalności Zakładu w tym kierunku poza dotychczasowym charakterem doraźnych pomocy dla odlewni wszystkich rodzajów stopów stało się koniecznością. Wobec gwałtownego rozwoju odlewnictwa zarówno pod względem ilościowym jak i stałego podej-

mowania produkcji nowych nieraz skomplikowanych wyrobów, nie można nadal opierać się na doświadczeniu robotników i mistrzów, które staje się niewystarczające. Z drugiej strony przemysł nie dysponuje jeszcze odpowiednią jakościowo i ilościowo kadrą technologów. Dlatego na Instytut Odlewnictwa spada obowiązek udzielenia pomocy zakładom, które często nie mogą w ogóle podjąć produkcji lub rozpoczynają ją w sposób niezgodny z wymaganiami nowoczesnej techniki, co pociąga za sobą powstawanie dużej ilości braków lub znaczne przekroczenie planowanych kosztów. Obok bezpośrednich korzyści z prac Zakładu Instruktażu i Ekspertyz należy zwrócić uwagę na duże znaczenie dydaktyczne tych prac, które odpowiednio śledzone i wykorzystane przez zakłady przemysłowe mogą przyczynić się do szybszego wyszkolenia pracowników biur technologicznych, technologów warsztatowych i personelu nadzoru technicznego.

mgr inż. Jur Piszak

Wykonanie planu i działalność Instytutu Odlewnictwa w 1953 roku

W dniu 19 lutego br. odbyło się posiedzenie Rady Naukowej Instytutu Odlewnictwa łącznie z przedstawicielami przemysłu, poświęcone omówieniu wykonania planu prac Instytutu w roku 1953.

Jednym z głównych celów zebrania było przeanalizowanie możliwości praktycznego zastosowania prac zakończonych w roku 1953.

Cechą charakterystyczną dla pracy Instytutu w roku 1953 była nierytmiczność wykonywania planu. Głównym jej powodem była niewystarczająca przepustowość Zakładu Warsztatów Doświadczalnych, których usługi odgrywały dużą rolę w większości prac badawczych Instytutu.

Plan prac na rok 1953 oparty był na poważnym wzroście wydajności Warsztatów, który przewidywano w związku z planowanym wprowadzeniem akordowego systemu pracy.

Z powodu trudności z zatwierdzeniem systemu płac — akord wprowadzony został dopiero od 1 sierpnia 1953 r., co utrudniło planowe wykonywanie prac.

Na skutek trudności przy pracach warsztatowych i opóźnieniach niektórych prac, wprowadzono cały szereg prac dodatkowych, niezwiązanych tak ściśle z badaniami przeprowadzanymi w odlewni doświadczalnej i warsztacie mechanicznym.

Wprowadzenie rozrachunku gospodarczego i akordowego systemu pracy w Zakładzie Warsztatów Doświadczalnych podniosło wydajność tego blisko dwukrotnie i stanowić może przykład zachęcający inne Instytuty do wprowadzenia rozrachunku gospodarczego w swoich zakładach.

Do osiągnięć Instytutu w 1953 roku przedstawiających poważniejsze wartości dla gospodarki narodowej możnaby zaliczyć:

- opracowanie technologii wykonywania form odlewniczych przy pomocy formowania skorupowego;
- opracowanie wtórnych stopów aluminiowych z krajowego złomu płatowcowego;
- opracowanie składu, własności i zastosowania mosiądzów niskomiedziowych;
- opracowanie metody i praktyczne zastosowanie analizy statystycznej w zagadnieniach kontroli wymiarów odlewów oraz kontroli procesu technologicznego wytwarzania odlewów.

Technologia formowania skorupowego wdrożona została w 1953 roku w dwóch Zakładach przemysłowych; szereg prób przemysłowych jest w toku.

Metoda ta ma przed sobą wielką przyszłość ze względu na możliwość otrzymywania gładkiej powierzchni odlewu, dużą dokładność wymiarową oraz możliwość całkowitego zmechanizowania produkcji.

(d. n.)

inż. J. Łempicki

TREŚĆ BIULETYNU INFORMACYJNEGO I O OPRACOWANA JEST PRZEZ ZESPÓŁ PRACOWNIKÓW
INSTYTUTU ODLEWNICTWA

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

PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ODLEWNICTWA

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODEK DOKUMENTACJI ODLEWNICTWA
DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD ODLEWNICTWA”

ROCZNIK IV

KRAKÓW, LIPIEC — SIERPIEŃ 1954 R.

ZESZYT Nr 7 — 8

621.72 MODELARSTWO

139 621.72 IO — 7-8.54

„Graphic”: **Geometria w modelarstwie**. „Geometry in the patternshop”. Foundry Trade J., t. 96, Nr 1965, kw. 54, s. 505; 25 × 19 cm, 1,5 str., 4 rys. — Podano przykład praktycznego zastosowania twierdzenia o trójkątach podobnych przy wykonywaniu modeli jak też prosty sposób wykreślenia spirali.

140 621.72:621-222 IO — 7-8.54

Rohde O.: **Wykonanie modelu cylindra**. „Herstellung eines Zylindermodelles”. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 8, kw. 54, s. 162; A4, 1,75 str., 17 rys. — Podano i zilustrowano najkorzystniejszy podział modelu cylindra, sposób wykonania poszczególnych rdzeni (w skrzynkach i wzornikami) jak też sposób składania form.

141 621.72:621-226.4 IO — 7-8.54

Malek M.: **Wykonanie modelu łopaty wirnika turbiny Kaplana**. „Vyroba modelu lopaty obezneho kola Kaplanovy turbiny”. Slévárenství, t. 2, Nr 1, styc. 54, s. 9; A4, 2,2 str., 1 fot., 8 rys. — Przedstawiono przebieg wykonywania modelu łopaty wirnika turbiny Kaplana wg sposobu stosowanego w zakładach im. Dymitrowa w Blansku. Podano przebieg klejenia, odwzorowania profilu oraz ostateczną obróbkę powierzchni.

142 621.72:621.74 IO — 7-8.54

Winkelmann O.: **Czy modelarz jest aktywnym odlewnikiem?** „Ist der Modellbauer aktiver Giessereifachmann?”. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 5, marz. 54, s. 89; 30 × 21 cm, 1,3 str. — Prawidłowe wykonanie modelu ma niezmiernie ważne znaczenie dla obniżenia kosztów odlewni. Może być ono zapewnione jedynie przy ścisłej współpracy mistrzów odlewni z modelarnią i przy należytej ocenie roli modelarni przez kierownictwo odlewni. Omówiono zakres kwalifikacji wymaganych od modelarza jako aktywnego pracownika odlewni.

143 621.725:621.822 IO — 7-8.54

Rohde O.: **Model pokrywy łożyska**. „Lagerdeckelmodell”. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 6, marz. 54, s. 112; A4, 6 str., 16 rys. — Podano sposób wykonywania modelu, szkice poszczególnych skrzynek rdzeniowych, usytuowanie rdzeni w skrzynkach i podział formy.

144 621.1.037.1:621.725 IO — 7-8.54

Rohde O.: **Model skrzydła dla 4 płatowej śruby okrętowej**. „Flügelmodell für einen vierflügeligen Schiffspropeller”. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 4, luty 54, s. 74; 30 × 21 cm, 1,5 str., 8 rys. — Przy śrubach okrętowych o dużych średnicach wykonuje się niekiedy skrzydła osobno, a następnie przymocowuje się je do osadzonej na wale piasty. Sposób wykonywania z natury modelu skrzydła śruby przedstawiono (graficznie) na śrubie o średnicy 5,50 m.

145 621.725.3 IO — 7-8.54

Paschke F.: **Płyta fundamentowa z modelu czy z wzornika?** „Grundplatte nach Modell oder Schablone?”. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 5, marz. 54, s. 85; A4, 1 str., 2 rys. — Opisano technologię wykonania dużej płyty fundamentowej (2800 × 1800) formowanej w gruncie za pomocą wzornika przeciąganego. Przez zastąpienie modelu wzornikiem (odlew jednorazowy) uzyskano zmniejszenie kosztów modelowania o 80% przy wzroście kosztów formowania o 15%.

621.74 ODLEWNICTWO

146 621.74.004.15 IO — 7-8.54

Naumann F.: **Zwiększenie uzysku w odlewni**. **Fachowe wyjaśnienie dotychczasowych różnic zapatrywań na**

uzysk i źródła jego zwiększenia. „Erhöhung des Ausbringens im Giessereibetrieb. Eine fachliche Klärung bisheriger Meinungsverschiedenheiten über das Ausbringen und Anregungen zu dessen Erhöhung. Teil I”. Metallurg. u. Giessereitechn., t. 3, Nr 8, s. 305; A4, 11 str., 4 tabl. — W jasnej i przejrzystej formie podano sposoby uzyskania znacznych oszczędności w odlewni, opierając się na analizie kosztów wsadu i topienia, strat przy topieniu, zużycia paliwa i energii. Badając systematycznie możliwości oszczędności wskazano jak je realizować. Ścisłe przestrzeganie podanych wskazówek pozwoli zmniejszyć do minimum braki na odlewni i na Wydziałach Mechanicznych. Uzyskane oszczędności można obrócić na przyspieszenie mechanizacji zakładów, poprawienie warunków pracy, przyspieszenie wzrostu zarobków i podniesienie stopy życiowej mas pracujących. Ciekawy ten artykuł zainteresuje szeroki krąg odlewników.

147 621.74:621.753.1 IO — 7-8.54

Fiszel W. T.: **O dopuszczalnych odchyłkach wymiarowych odlewów i nadadkach na obróbkę mechaniczną**. „O dopuszczalnych odchyłkach w rozmiarach odlivok i pripuskach na mekhanicheskiju obrabotki”. Lit. Proizvod., Nr 2, marz. kw. 54, s. 30; 30 × 22 cm, 1,4 str., 1 rys., 1 tabl., 2 poz. bibl. — Omówiono szereg uzupełnień do podanego w tytule tematu, nie objętych odpowiednimi normami GOST 1855—45 oraz 2009—43. Dotyczą one dopuszczalnych odchyłek na grubości ścianek i wysokości płaskich odlewów, miejscowych odchyłek wymiarowych odlewów i charakterystyki klas dokładności.

148 621.74:008 IO — 7-8.54

Heller P. A.: **Postępy w odlewnictwie w 1-szym półroczu 1953. Część I: Struktura i własności**. „Fortschritte im Giessereiwesen im 1 Halbjahr 1953. I. Aufbau und Eigenschaften”. Stal u. Eisen, t. 74, Nr 1, styc. 54, s. 35; A4, 4,3 str., 2 rys., 6 wyk., 2 tabl., 52 poz. bibl. — Omówione zagadnienia obejmują: prace nad układami Fe-C, Fe-C-Si i Fe-C-Mn (roztwory stałe graniczne), wpływ siarki na rozpuszczalność C w Fe, zagadnienie odsiarczania żeliwa, badania: lepkości żeliwa szarego i białego, wrażliwości na działanie karbu żeliwa sferoidalnego, krzywych chłodzenia sferoidalnego, badania nad postacią grafitu w żeliwie oraz postępy w produkcji żeliwa sferoidalnego.

149 621.74:008 IO — 7-8.54

Heller P. A.: **Postępy w odlewnictwie w 1-szym półroczu 1953. Część II**. „Fortschritte im Giessereiwesen im 1 Halbjahr 1953. Teil II”. Stahl u. Eisen, t. 74, Nr 2, styc. 54, s. 106; A4, 4,5 str., 1 rys., 7 wyk., 2 tabl., 45 poz. bibl. — Omówione zagadnienia obejmują: bilans cieplny żeliwiaka, interpretację równania Boudarda, topienie w żeliwiaku o wyłożeniu kwaśnym i zasadowym chłodzonym wodą, badania materiałów formierskich, próby ustalenia zależności między składem chemicznym, grubością ścianki, twardością i wytrzymałością na rozciąganie odlewów żeliwnych oraz badania ścieralności żeliwa sferoidalnego.

150 621.74:677.05 IO — 7-8.54

Postęp w odlewniach przemysłu włókienniczego. „Developments in textile foundries”. Foundry Trade J., t. 96, Nr 1956, luty 54, s. 211; 25 × 19 cm, 2 str. — Dalszy ciąg dyskusji nad artykułem Gale’a, zamieszczonym w Foundry Trade J., sier. 53 i wrzes. 53. Dyskusja dotyczyła przede wszystkim sposobu topienia wiórów w piecu elektrycznym, a następnie sposobu wykonywania modeli, wyżarzania odlewów oraz ich powierzchniowego wykończania.

- 151 621.74:614.8:613.6 IO — 7-8.54
Wspólny program bezpieczeństwa pracy daje doskonałe wyniki. „Cooperative safety program produces outstanding record“. Amer. Foundryman, t. 25, Nr 1, stycz. 54, s. 44; A4, 5 str., 6 fot. — Przez ścisłą współpracę personelu technicznego odlewni i kierownictwa zakładu na odcinku podniesienia bezpieczeństwa pracy odlewnia zakładów w Eaton uzyskała bardzo znaczny spadek ilości wypadków przy pracy. Omówiono najczęściej występujące wypadki, plan ich zwalczania i realizację założonego programu zwiększenia bezpieczeństwa.
- 621.741 RODZAJE ODLEWNI
- 152 621.741.1:658.32 IO — 7-8.54
Hohmann E. A.: **Ocena nakładu pracy w odlewni.** „Die Arbeitsbewertung in der Giesserei“. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 6, marz. 54, s. 104; A4, 4,5 str., 4 wyk., 4 tabl. — Dla określenia taryfikatora każdej pracy w odlewni przyjęto system punktowy oparty na siedmiu podstawowych czynnikach: wykształcenie zawodowe, doświadczenie, wymagana precyzja, odpowiedzialność, wysiłek fizyczny, wysiłek umysłowy (napiecie uwagi), warunki pracy otoczenia (brud, pył, pary, temperatura). Podano tabelaryczne i wykresne sposoby operowania systemem punktów dla określania stawki godzinowej za daną pracę.
- 153 621.741.1:658.387.5 IO — 7-8.54
Tincolini P.: **Projektowanie ogólnego rozmieszczenia obiektów oraz oddziału formowania maszynowego odlewni Pignone.** „Progettazione del piano regolatore generale e dei reparti di formatura a macchina della fonderia del Pignone“. Fonderia ital., t. 2, Nr 3, marz. 53, s. 341; 30 × 21 cm, 8 str., 12 rys. — Omawiając dotychczasowe rozmieszczenie oddziałów odlewni wykazano jego braki i przeciwstawiono nowy plan rozmieszczenia. Uzasadnienie oparto na wymaganiach stawianych odlewni. Przedyskutowano plan zmechanizowania oddziału formowania maszynowego.
- 154 621.741.4:621.746 IO — 7-8.54
Batek V.: **Łatwo oddzielane nadlewy przy odlewach stalowych.** „Ponálitkové vložky u ocelových odlitků“. Slévárenství, t. 2, Nr 1, stycz. 54, s. 14; A4, 3 str., 6 fot., 8 rys., 1 wyk. — Na przykładzie odlewów kół zębatych omówiono zastosowanie wkładek szamotowych ułatwiających oddzielenie nadlewu. Podano zasadnicze wymiary wkładek oraz omówiono praktyczne ich zastosowanie w Zakładach im. Lenina w Pilźnie, gdzie oszczędności roczne związane ze zmniejszeniem pracochłonności obróbki mechanicznej pozwoliły na zaoszczędzenie w skali rocznej 200 tys. koron.
- 621.742 TECHNOLOGIA MATERIAŁÓW FORMIERSKICH
- 155 621.742.3 IO — 7-8.54
Szybka kontrola przy automatycznym systemie obiegu piasku formierskiego. „High-speed control with automatic sand system“. Amer. Foundryman, t. 24, Nr 5, list. 53, s. 36; A4, 4 str., 8 fot., 1 tabl. — Opisano przebieg czynności przy wielokrotnym użytkowaniu przez odlewnię tego samego zapasu piasku. Mierzenie wilgotności piasku odbywa się automatycznie, podobnie jak większość czynności przy opisywanym cyklu obiegu piasku.
- 156 621.742.4:621.741.1 IO — 7-8.54
Sanders C. A.: **Po co kontrola piasku?** „Why sand control?“. Foundry Trade J., t. 96, Nr 1954, luty 54, s. 165; 25 × 19 cm, 3,9 str. — Omówiono konieczność stałej kontroli piasków i mas formierskich celem wyeliminowania w możliwie dużym stopniu braków, spowodowanych niewłaściwym doborem mas formierskich. Zwrócono uwagę na fakt, że szereg małych odlewni posiada niezbędną aparaturę do badań mas, ale wykorzystuje ją zbyt rzadko. Ścisła kontrola masy formierskiej ułatwi pracę odlewnikowi i wskaże szybko źródła błędów i sposoby ich usunięcia. Z podanymi uwagami powinni się zapoznać wszyscy odlewnicy, by w pełni móc ocenić ważność omawianego zagadnienia dla dobrej pracy odlewni.
- 157 621.742.42 IO — 7-8.54
Zang V. E., Grott G. J.: **Jakość odlewów jako funkcja wartości pH piasków formierskich.** „Casting quality as related to pH value of molding sands“. Amer. Foundryman, t. 25, Nr 3, marz. 54, s. 49; A4, 11 str., 14 fot., 6 wyk., 6 tabl., 9 poz. bibl. — Stężenie jonów wodorowych piasków formierskich ma istotny wpływ na jakość odlewów, formowanych w wilgotnych masach formierskich. Masy te składają się z ziarenek kwarcowych i koloidalnych substancji, wywierających wpływ na pH. Pomiar pH przeprowadza się przy pomocy różnych typów pehametrów, przy czym pomiary te są bardzo proste. Uzyskany efekt ekonomiczny jest poważny, gdyż ustalenie odpowiedniego zakresu pH danych mas formierskich zmniejsza ilość braków odlewniczych, spowodowanych nieodpowiednim doborem mas. Artykuł bardzo interesujący. Wskazuje nowe drogi badań mas formierskich i powiązuje uzyskane wyniki z praktyką.
- 158 621.742.47 IO — 7-8.54
Masy formierskie. „Molding sand mixtures“. Amer. Foundryman, t. 23, Nr 3, marz. 54, s. 47; A4, 2 str. — Podano skład mas formierskich stosowanych przy odlewaniu staliwa i żeliwa szarego, żeliwa ciągliwego, stopów aluminiowych, stopów magnezowych, brązów oraz mosiądzów. Uwzględniono własności wytrzymałościowe i przepuszczalność mas oraz wagę odlewów, dla których dane masy są odpowiednie. Podano nazwy handlowe piasków bez podania ich charakterystyki. Z tego powodu podane tablice nie przedstawiają większej wartości dla polskich odlewników.
- 159 621.742.479:621.742.485:621.744.5 IO — 7-8.54
Levelink H. G.: **Masa cementowa jako materiał formierski.** „Cementzand als vormstof voor gietvormen“. Metalen, t. 9, Nr 8, kw. 54, s. 121; A4, 4,5 str., 1 tabl., 4 poz. bibl. — Zebranie wyników ankiety wśród odlewni holenderskich stosujących formy cementowe. Zebrane dane i cyfry odnoszą się do jakości i gatunku materiałów wyjściowych, sposobu przygotowania masy cementowej, naprawy formy i stosowania form cementowych.
- 621.743 RDZENIOWANIE
- 160 621.743.36 IO — 7-8.54
Kalpers H.: **Suszenie rdzeni prądami wysokiej częstotliwości.** „Hochfrequenzwärme zum Kerntrocknen“. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 6, marz. 54, s. 97; A4, 2,4 str., 4 fot. — Suszenie prądami wysokiej częstotliwości jest najbardziej ekonomiczną formą zużycia energii elektrycznej do suszenia. Suszenie rdzeni, które w szarniach trwa w zależności od użytego spoiwa i wielkości rdzeni do kilku godzin — zostaje skrócone w przypadku stosowania prądów wysokiej częstotliwości, do kilku minut. Tego rodzaju suszenie nadaje się specjalnie do rdzeni z syntetycznymi żywicami, przy czym należy podkreślić, że nie istnieje możliwość „przepalenia“ rdzeni w czasie suszenia. Omówiono ogólnie kilka typów generatorów wysokiej częstotliwości. Ze względu na bardzo duże korzyści ekonomiczne, postępowanie to powinno być w możliwie krótkim czasie wprowadzone do naszych odlewni, korzystających do wyrobu masy rdzeniowej z żywicy syntetycznych.
- 161 621.743.422 IO — 7-8.54
Pentz P. G.: **Kierunki rozwojowe stosowania żywic syntetycznych w przemyśle odlewniczym.** „Recent developments with synthetic resins in the foundry industry“. Foundry Trade J., t. 96, Nr 1960, marz. 54, s. 323; 25 × 19 cm, 5,5 str., 4 wyk. — Przed dziesięciu laty stosowanie żywic syntetycznych w odlewnictwie w Anglii było jeszcze nie znane. Przed pięciu laty zaczęto przeprowadzać pierwsze próby z żywicami jako spoiwami i od tego czasu przeprowadzono bardzo wiele doświadczeń, w wyniku których spoiwa żywiczne są powszechnie stosowane w angielskich odlewniach. Używa się żywicy mocznikowo-formaldehadowych do sporządzania rdzeni oraz żywicy fenolowo-formaldehadowych do wytwarzania skorup w procesie „C“. Ostatnio prowadzone są próby z żywicami dodawanymi na zimno w procesie „C“ z żywicami furano-

wymi. Odlewnicy polscy powinni się jak najprędzej zapoznać z zakresem stosowania żywic syntetycznych jako spoiw i wprowadzić je w naszych odlewniach, biorąc pod uwagę wysokie korzyści ekonomiczne i technologiczne wypływające ze stosowania tychże spoiw.

162 621.743.5 IO — 7-8.54

Minogue G., Writer S.: **Użycie dielektrycznych pieców przyspiesza produkcję rdzeni.** „Use of dielectric ovens speeds core production“. Amer. Foundryman, t. 25, Nr 3, marz. 54, s. 37; A4, 2,3 str., 5 fot., 1 rys. — Zastosowanie dielektrycznego suszenia czyli suszenia rdzeni prądami wysokiej częstotliwości przyspiesza wybitnie produkcję rdzeni. Początkowo wysoki procent rdzeni (do 30%) ulegał przepaleniu. Po uregulowaniu temperatury i czasu suszenia w zależności od wielkości rdzeni, braki te usunięto całkowicie. Użycie transportera przy dostawie rdzeni do pieca znacznie upraszcza postępowanie zwłaszcza przy seryjnej produkcji. W nowoczesnych piecach górna elektroda jest ruchoma, w zależności od wielkości rdzeni reguluje się jej wysokość. Nowy rodzaj suszenia rdzeni jest bardzo ważny z punktu widzenia ekonomicznego.

163 621.741.7:621.743.5 IO — 7-8.54

Kr.: **Zastosowanie dwutlenku węgla (Schmidt-Philipp) w odlewnictwie lekkich metali.** „Ueber die Anwendung des CO₂ — Verfahrens (Schmidt-Philipp) in der Leichtmetallgiesserei“. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 7, kw. 54, s. 117; A4, 0,5 str. — Opisana metoda polega na zestalaniu rdzeni i form z piasku kwarcowego z dodatkiem szkła wodnego przez przepuszczanie strumienia dwutlenku węgla. Przy zastosowaniu tej metody znacznemu skróceniu ulega czas potrzebny do wykonania rdzeni lub form, zmniejsza się wybitnie koszt suszenia, przepuszczalność rdzeni jest dostateczna nawet przy niezupełnym wysuszeniu, unika się deformacji rdzeni przy wykładaniu na podkładki. Nie napotyka się również na żadne trudności przy wybijaniu rdzeni po odlewie. Ze względu na powyższe korzyści ekonomiczne, wymieniona metoda zasługuje na uwagę.

164 621.725.6:621.743.5 IO — 7-8.54

Checker: **Posługiwanie się rdzennicami.** „Handling methods for coreboxes“. Foundry Trade J., t. 96, Nr 1960, marz. 54, s. 334; 25 × 19 cm, 1,1 str., 2 rys. — W wielu wypadkach wskutek niezupełnie właściwej konstrukcji rdzennicy, rdzeniarni ma trudności w robieniu rdzennicy i wyjmowaniu rdzeni. Podano kilka przykładów wykonania rdzennic drewnianych i metalowych, gdzie przez zastosowanie prostych uchwytów, występów lub rączek usunięto omawiane trudności.

621.744 FORMOWANIE

165 621.744.343:621.744.5 IO — 7-8.54

Dutton C. R.: **Lane modele metalowe wykonane w formach skorupowych.** „Cast metal patterns in shell molds“. Amer. Foundryman, t. 5, Nr 2, luty 54, s. 40; A4, 1,75 str., 3 fot. — Dotychczasowy sposób wykonywania małych modeli przy formowaniu na płytach polegał na formowaniu ich w wilgotnych formach piaskowych. Modele takie wymagały następnie wykańczającej obróbki ręcznej. Modele wykonane w formach skorupowych nie wymagają obróbki ręcznej przed założeniem ich na płyty. Podano sposób wykonania takich modeli i potrzebne wyposażenie.

166 621.744.343:621.744.5 IO — 7-8.54

Nagel A.: **Nowe materiały syntetyczne w procesie skorupowym.** „Neue Kunststoffe für das Maskenformverfahren“. Giesserei-Praxis, t. 72, Nr 3, luty 54, s. 46; 30 × 21 cm, 1,3 str. — Omówiono stosowanie silikonów w procesie formowania skorupowego. Płytę modelową czyści się najpierw starannie trójchloroetylenem, a następnie spryskuje się emulsją silikonu. Płytę suszy się przez 10 minut w temperaturze 260°C. Do cennych zalet silikonów należy znacznie większa ich ognioodporność w stosunku do żywic syntetycznych. Ta cecha silikonów spowodowana jest ich budową chemiczną, a mianowicie odpornością łańcucha

—Si—O—Si—O na podwyższonej temperaturze. Nowy ten materiał znajduje coraz szersze zastosowanie w odlewniach zagranicznych, co uważane jest za duży postęp techniczny w procesie „C“.

167 621.744.343:621.744.5 IO — 7-8.54

Potter Ch.: **Proces formowania skorupowego. Nowe urządzenia.** „Shell moulding. New machine developments“. Iron a. Steel, t. 27, Nr 2, luty 54, s. 70; 28 × 21 cm, 2,7 str., 5 fot. — Omówiono pokrótce zasady formowania skorupowego oraz maszyny do przeprowadzania kompletnego cyklu prac, łącznie z podgrzewaniem płyt, formowaniem i wypalaniem skorup, jak też wyjmowaniem przygotowanych skorup. Podano dokładną specyfikację maszyny „Shellmolda“ produkcji angielskiej. Przedstawiono korzyści stosowania procesu formowania skorupowego w stosunku do klasycznych sposobów formowania, dokładnie omawiając efekt ekonomiczny i technologiczny. Artykuł w sposób przystępny zapoznaje z zagadnieniem procesu „C“.

168 621.744.343:621.744.5:621.746.55(73) IO — 7-8.54

Walters B.: **Rozwój formowania skorupowego w Ameryce.** „Shellmoulding developments in America“. Foundry Trade J., t. 96, Nr 1964, kw. 54, s. 469; 25 × 19 cm, 6,6 str., 8 rys. 1 wyk., 1 tabl. — Podano zasadę formowania skorupowego, jakość używanego piasku i zalety tego postępowania w stosunku do dawnych sposobów formowania. Zwrócono szczególną uwagę na skrócenie czasu, zwłaszcza przy seryjnych odlewach oraz na uzyskiwaną gładkość powierzchni. Omówiono stosowane urządzenia, sposób składania form oraz kalkulację cen przy stosowaniu nowego sposobu formowania. Formowanie skorupowe znalazło szerokie zastosowanie zarówno w odlewniach żeliwa jak i metali nieżelaznych. Ze względu na duży postęp techniczny jaki wprowadza opisane postępowanie w odlewnictwie, metody te powinny specjalnie zainteresować nasze odlewnie polskie.

169 621.744.43 IO — 7-8.54

Broberg J., Villner L.: **Uwagi o konstrukcji maszyn formierskich — wstrząsarek.** „Gesichtspunkte zur Konstruktion der Formmaschinen mit Druckluftantrieb“. Giesserei, t. 41, Nr 6, marz. 54, s. 129; A4, 5,5 str., 13 fot., 2 rys., 1 poz. bibl. — Przedstawiono ogólne uwagi dotyczące konstrukcji maszyn formierskich, omawiając kolejno: wybór materiału (żeliwo wysokojakościowe), wagę maszyny i obliczenia wytrzymałościowe, przygotowanie fundamentu pod maszynę, zwrócono uwagę na łatwość dostępu do wszystkich części maszyny przy ich wymianie i konserwacji, sposób budowy korpusu (gładkie płyty), przewody doprowadzające sprężone powietrze, ochronę przed piaskiem, łożyska, konserwację, pomalowanie maszyny i automatyzację maszyny. Osobno omówiono również warunki i bezpieczeństwo pracy, a także kartę maszyny łącznie z przepisem używania maszyny. Przedstawione uwagi są szczególnie cenne dla konstruktorów, którzy powinni szczegółowo się z nimi zapoznać.

170 621.744.43:681.12 IO — 7-8.54

Gesell W.: **Zapotrzebowanie powietrza i wydajność formierek dociskowych.** „Luftverbrauch und Wirkungsgrade der Pressformmaschinen“. Giesserei, t. 41, Nr 3, luty 54, s. 57; A4, 5,8 str., 1 fot., 13 wyk. — W nowozałożonej odlewni Szkoły Hutniczej w Duisburgu przeprowadzono w warunkach ruchowych badania ilości powietrza zużytego na prasowanie przez maszyny formierskie. W oparciu o literaturę (m. in. radziecką) obliczono zapotrzebowanie i ustalono wydajność maszyn. Z równowagi sił ustalono podstawowe równanie do obliczania maszyn prasujących i stopień wykorzystania ciśnienia prasującego. Wartości teoretyczne sprawdzono na praktycznym przykładzie. Badania takie mogą służyć do lepszego wykorzystania maszyn w ruchu, jak również mogą dawać wskazówki do rozwoju konstrukcji.

171 621.744.58:621.384.3 IO — 7-8.54

Suszenie powierzchni form odlewniczych promieniami podczerwonymi. „Infra-red for skin-drying of moulds“. Foundry Trade J., t. 96, Nr 1965, kw. 54, s. 506; 25 × 19 cm, 0,5 str., 2 fot. — Podano przykład zastosowania suszenia powierzchniowego form odlewniczych

przy zastosowaniu promieni podczerwonych przy odlewaniu brązów. Suszenie mas formierskich promieniami podczerwonymi znajduje coraz szersze zastosowanie w odlewnictwie.

621.745 TOPIENIE. PIECE

172 621.745.37:621.745.552.3 IO — 7-8.54

Knight F. J.: **Proces duplex w odlewnictwie: kombinacja żeliwiaka i elektrycznego pieca łukowego.** „Duplexing in the foundry. Combination of cupola and electric arc furnace”. *Metallurgia (Manch.)*, t. 49, Nr 293, marz. 54, s. 137; 28 × 21 cm, 1,7 str., 3 fot. — Mimo wysokiej sprawności cieplnej pieca elektrycznego żeliwiak jest bardziej ekonomicznym piecem do topienia żeliwa. W pewnych jednak okolicznościach zastosowanie procesu duplex (żeliwiak-elektryczny piec łukowy) powoduje wzrost produkcji i znaczne podwyższenie jakości odlewów, przy obniżce kosztów.

173 621.365:657.47 IO — 7-8.54

Leigh F. S.: **Czynnik kosztów przy produkcji w piecach elektrycznych.** „Cost factors in electric-furnace operation”. *Foundry Trade J.*, t. 96, Nr 1959, marz. 54, s. 293; 19 × 25 cm, 3,5 str., 2 tabl. — Wprowadzenie pieców elektrycznych w odlewniach odbywało się dotychczas powoli, przede wszystkim ze względu na wysokie koszty inwestycyjne i operatywne. W odlewniach produkujących odlewy z żeliwa wysokiej jakościowego opłaca się instalacja elektrycznych jednostek do topienia metalu. Najważniejszymi składnikami są koszt energii i materiałów ogniotrwałych, surowki i złomu oraz jakość otrzymanego żeliwa.

174 621.745.4:621.746.7 IO — 7-8.54

Donike H.: **Błędy przy ustalaniu składu chemicznego wsadu i ich wpływ na odrzucenie (zabrakowanie) odlewów.** „Fehler beim Gattieren und ihre Auswirkungen auf den Ausschuss”. *Giesserei-Praxis*, t. 72, Nr 2, stycz. 54, s. 28; A4, 1,5 str. — Na przykładzie odlewów żeliwnych omówiono zagadnienie ustalania składu chemicznego wsadu oraz jego znaczenie dla uzyskania odlewów o wymaganych własnościach.

621.746 WYPEŁNIANIE FORMY METALEM

Pomocnicze urządzenia odlewnicze

175 621.746:669.28 IO — 7-8.54

Hopkin G. L., Jones J. E., Moss A. R., Pickmann D. O.: **Topienie metali w łuku i zastosowanie go do odlewów molibdenowych.** „The arc melting of metals and its application to the casting of molybdenum”. *J. Inst. Metals*, t. 82, Nr 8, kw. 54, s. 361; A4, 13 str., 2 rys., 1 wyk., 1 tabl., 7 poz. bibl. — Metale o punkcie topliwości powyżej 2000°C jak molibden, tantal i wolfram mogą być jedynie topione w łuku elektrycznym. Omówiono szczegółowo wyposażenie urządzenia do topienia, tygiel miedziany chłodzony wodą, próżnię, zużycie energii, automatyczną kontrolę długości łuku, następnie rodzaj używanych materiałów, metody topienia i metalurgię procesu topienia w łuku. Specjalną uwagę zwrócono na procesy krystalizacji molibdenu, porowatość odlewów, redukcję przy topieniu w próżni jak i w atmosferze argonu, wpływy zanieczyszczeń metalicznych na wielkość kryształów molibdenu oraz mikrostrukturę odlewów. Dane zawarte w artykule są cennym materiałem dla zainteresowanych odlewni-

ków jak i konstruktorów urządzeń do topienia w łuku elektrycznym.

176 621.744.528:621.746.4 IO — 7-8.54

U.: **Obliczenie wymiarów belki wlewowej i wlewu.** „Berechnung der Abmessungen von Lauf und Trichter”. *Giesserei*, t. 41, Nr 8, kw. 54, s. 207; A4, 1,25 str., 4 rys. — Ostatnio zaleca się zachowanie stosunku przekroju wlewu, belki wlewowej i wlewów doprowadzających jak 1:4:4 lub 1:6:6. Podano dwa przykłady obliczania układu wlewowego.

177 621.741.4:621.746.462.004.18 IO — 7-8.54

Brooks D. E.: **Zwiększenie uzysku w odlewie. Otuliny do nadlewów żeliwnych i staliwnych.** „Improving casting yields. Insulation of iron and steel risers”. *Iron a. Steel*, t. 27, Nr 4, kw. 54, s. 131; A4, 1,7 str., 1 tabl., 3 poz. bibl. — Opisano próby przeprowadzane na nowym materiale izolacyjnym, stosowanym do otulenia wolnokrzepnących nadlewów. Materiał ten składa się z trocin, dekstryny i wody, specjalnie spreparowanych i wysuszonych. Wady i zalety nowego tworzywa izolacyjnego.

178 621.746.5:669.35 IO — 7-8.54

Metoda „deszczowa” zastosowana do odlewania na wilgotno dużych części z brązu. „La methode du „collier-douche” appliquée en moulage à vert à une pièce en bronze de grandes dimensions”. *Fonderie*, Nr 96, stycz. 54, s. 3775; 29 × 21 cm, 3 str., 3 fot., 1 rys. — Opisano wytyczne odlewania części konstrukcji maszyni browarniczej wagi 635 kg z brązu cynkowo-cynowego. Podano dane odnośnie konstrukcji odlewu, formowania i odlewania.

179 621.746.55:621.743.424 IO — 7-8.54

Wykonanie form z częściami metalowymi zalewanymi miedzią. „La réalisation, en cuivre, de pièces moulées avec éléments métalliques noyées de fonderie”. *Fonderie*, Nr 90, lip. 53, s. 3520; 28 × 21 cm, 2 str., 1 rys., 1 poz. bibl. — Opisano sposób formowania i zalewania form elementów wykonanych z miedzi i posiadających zatopione rurki stalowe (obieg wody w czasie pracy elementu). Podano wytyczne topienia i odlewania.

180 621.746.58 IO — 7-8.54

Gerber J.: **Odlew ciśnieniowy.** „Druckguss”. *Technik (Berlin)*, t. 9, Nr 3, marz. 54, s. 135; A4, 8 str., 3 fot., 15 rys., 1 tabl., 4 poz. bibl. — Stosowanie odlewnictwa ciśnieniowego może w znacznym stopniu przyczynić się do wzrostu oszczędności metali kolorowych. Omawiając znaczenie powyższej technologii oraz budowę i zasadnicze części formy odlewniczej podano przegląd stopów nisko- i wysokotopliwych (lekkich i ciężkich) stosowanych w odlewnictwie ciśnieniowym, jak też zasadnicze typy używanych maszyn ciśnieniowych.

181 621.746.76:621.833 IO — 7-8.54

Příbyl J.: **Pęknięcia odlewanych kół zębatach.** „Praskání odlitků ozubených kol”. *Slévárnictví*, t. 2, Nr 1, stycz. 54, s. 17; A4, 5 str., 7 rys., 1 wyk., 4 poz. bibl. — Omówiono przyczyny pęknięcia kół zębatach w oparciu o konstrukcję odlewu, rodzaj odlewania stopu oraz zdolność do odprowadzenia ciepła przez formę. Zagadnienie konstrukcji odlewu zostało szerzej omówione.

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

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

KOMITET REDAKCYJNY:

Red. nac. mgr inż. Januszewicz Platon

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

Redaktor Przeglądu Dokumentacyjnego Odlewnictwa: mgr Sitko Roman

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