

PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

Nr. 18

WARSZAWA, 5 WRZEŚNIA 1936 R.

Tom LXXV

ZESZYT ODLEWNICZY

III ZJAZD ODLEWNIKÓW POLSKICH

Warszawa 5-8/IX. 1936

Komitet Organizacyjny III Zjazdu Odlewników poświęcił znaczną część programu Zjazdu sprawom gospodarczym odlewnictwa polskiego, ogarniając w ten sposób (wraz z działem referatów technicznych) całość zagadnienia, interesującego dziś nie tylko przemysł odlewniczy, ale i jego odbiorców, m. in. przemysł metalowy przetwórczy.

Z referatów gospodarczych dowiadujemy się o poważnych niedomaganiach, może nawet o stanie chorobowym polskiego przemysłu odlewniczego. Nierentujące się warsztaty, nieopłacalność produkcji, przestarzałe urządzenia wytwórcze ogromnej wielkości odlewni — a jednocześnie zupełny brak inwestycji — to symptomy, które w ciemnych barwach malują stan obecny przemysłu odlewniczego, podstawowego dla obrony kraju. Wyteżoną działalność mającą na celu uzdrowienie tej gałęzi wytwórczości trzeba rozpocząć natychmiast, gdyż nie są to prace łatwe i krótkie, które dałyby się improwizować wówczas dopiero, gdyby sytuacja groziła katastrofą.

Czynnikiem, który pozwala mieć nadzieję, że sprawa podniesienia przemysłu odlewniczego nie zejdzie z programu spraw gospodarczych najważniejszych dla rozwoju i bezpieczeństwa państwa, jest postępująca konsolidacja i wzrastająca łączność organizacyjna odlewnictwa polskiego.

Obecnie odlewnicy polscy i odlewnie krajowe skupiają się w 2-ch organizacjach, które są: Koło Odlewników przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie — o charakterze techniczno-naukowym i Grupa Odlewni przy Polskim Związku Przemysłowców Metalowych, rozwijająca działalność gospodarczo-przemysłową.

Koło Odlewników, utworzone w r. 1929, rozwinęło pod kierownictwem przewodniczącego, inż. K. Gierdziejewskiego, ożywioną działalność, mającą na celu „unaukowanie” odlewnictwa polskiego. Na działalność tę składają się wieczory odczytowe, na których referowane są ciekawsze prace inżynierskie z dziedziny odlewnictwa, czynny udział w zjazdach i kongresach zagranicznych oraz prace wydawnicze, polegające m. in. na opracowywaniu artykułów do „Zeszytów Odlewniczych” Przeglądu Technicznego.

Grupa Odlewni powstała pod koniec r. 1934 i stanowi reprezentację interesów gospodarczych zorganizowanych odlewni polskich. Zadanie Grupy Odlewni streszcza p. 3 regulaminu, określając je jako: „popieranie przemysłu odlewniczego w Polsce za-

równo pod względem technicznym, jak i gospodarczym, poszukiwanie rynków zbytu dla produkcji odlewniczej oraz obronę interesów gospodarczych przemysłu odlewniczego wogóle, zaś swych członków w szczególności”.

Zjazd obecny zorganizowany już został przez obie wymienione organizacje.

Ciekawą inowacją stanowią zmiany w technice prowadzenia obrad. Mianowicie, poszczególne referaty, wydrukowane w niniejszym zeszycie „Przeglądu Technicznego”, nie będą odczytywane na Zjeździe, a wygłoszone zostaną jedynie referaty generalne, które będą stanowiły syntezę artykułów gospodarczych, — dotyczących żeliwa, — staliwa i zagadnień ogólnych.

Taka organizacja zaoszczędzi Zjazdowi wiele czasu, który będzie mógł być wykorzystany na rozwinięcie i pogłębienie dyskusji, stanowiącej przecie jeden z najważniejszych, a niejednokrotnie niedocenionych czynników zbiorowej pracy zjazdowej.

Autorzy referatów polskich, umieszczonych niżej, znani są naszym Czytelnikom z poprzednich zeszytów odlewniczych, Uczestnikom Zjazdu zaś — z poprzednich Zjazdów.

Wspomniemy jedynie o autorach zagranicznych referatów wymiennych, zgłoszonych przez stowarzyszenia odlewnicze angielskie (The Institute of British Foundrymen), belgijskie (A. T. F. B.) i francuskie (A. T. F.). Autorem referatu angielskiego jest p. Frank Hudson, główny metalurg f. Glenfield Kennedy, Ltd. (Kilmarnock, Szkocja), zasłużony członek Stowarzyszenia Odlewników Angielskich.

Referat belgijski napisał p. M. Gévers, szef odlewni staliwa „Société Anonyme d'Angleur-Athus, Usines de Grivegnée”.

Autorem referatu francuskiego, który, niestety, został nadesłany zbyt późno, aby mógł być wydrukowany w niniejszym zeszycie, jest dr. inż. J. Laisus, dyrektor Laboratoire Général d'Essais Industriels w Paryżu, inżynier doradca Związku Przemysłowców Odlewniczych we Francji, członek Zarządu Francuskiego Stowarzyszenia Odlewników (A. T. F.).

Kończąc ten wstęp i doceniając znaczenie odlewnictwa dla rozwoju polskiego przemysłu metalowego, składamy III Zjazdowi Odlewników życzenia owocnej pracy dla dobra polskiej techniki i wytwórczości.

Redakcja,

Inż. K. GIERDZIEJEWSKI

338 : 621 . 74 .

Znaczenie przemysłu odlewniczego w ogólnej gospodarce narodowej

Jednym z pierwszych zadań, które postawiła sobie Grupa Odlewni przy Polskim Związku Przemysłowców Metalowych, było dokładne przeprowadzenie rachunku sił i możliwości krajowego przemysłu odlewniczego na podstawie możliwie pełnej i racjonalnej statystyki. W tym celu Grupa Odlewni („Grod”), nawiązała przede wszystkim ścisły kontakt z Głównym Urzędem Statystycznym, uzgodniając z nim te specjalne warunki, które należy brać pod uwagę przy statystyce odlewniczej, a następnie, opierając się na danych otrzymanych ze wszystkich Izb Przemysłowo-Handlowych, Urzędów Wojewódzkich, Polskiego Związku Przemysłowców Metalowych oraz źródeł prywatnych, „Grod” przystąpiła do opracowania i rozesłania szczegółowej ankiety statystycznej. Ankieta, zamykająca rachunek roku 1935, rozesłana została do wszystkich 538 przedsiębiorstw przemysłowych, które wg posiadanych wiadomości prowadziły odlewnie.

Poczta zwróciła 92 przesyłki, t. j. ok. 17% z adnotacją o zlikwidowaniu przedsiębiorstw. Pozostałe przesyłki zostały doręczone adresatom, prawdopodobnie więc czynnych przedsiębiorstw odlewniczych jest w kraju 446. Ponieważ niektóre przedsiębiorstwa obejmują kilka różnorodnych odlewni, mogliśmy ustalić, że w Polsce dn. 31. XII. 1935 r. było czynnych 498 odlewni, w tej liczbie:

84	odlewnie żeliwa handlowego,
161	„ „ maszynowego,
25	„ „ ciągliwego (kownalnego),
30	„ staliwa i
198	„ metali nieżelaznych.

Procentowy podział odlewni przedstawiał się następująco:

Odlewni żeliwa handlowego*)	17,0 %
„ „ maszynowego*)	32,5 „
„ „ ciągliwego		5,0 „
„ staliwa		6,0 „
„ metali nieżelaznych		39,0 „ .

Odpowiedzi nadesłano ogółem 101, t. j. ok. 23%, jednakże obejmują one niewątpliwie prawie wszystkie poważniejsze jednostki. Zestawienia porównawcze z wykazami Biura Sprzedaży Surówki pozwalają stwierdzić, że odlewnie żeliwa, które wzięły udział w ankiecie, spożywają 90% surówki sprzedanej w Polsce. Jeżeli zaś weźmiemy pod uwagę, że w ankiecie naszej wzięły również udział odlewnie zależne od Ministerstwa Komunikacji, obraz,

*) Odlewnie handlowe wytwarzają t. zw. towar rynkowy (garnki, sanitarja, odlewy kuchenne, rury kanalizacyjne i t. p.); odlewnie maszynowe przeznaczone są do obsługi fabryk maszyn i wytwarzają wszelkiego rodzaju odlewy t. zw. maszynowe.

który podamy na podstawie ankiety powinien być dość pełny.

Z ogólnej liczby robotników zatrudnionych w r. 1934 w przemyśle i górnictwie, wg danych G. U. S. — 650 503, przypada na przemysł metalowy 110 494 (w r. 1935 — 113 469), t. j. ok. 18%; tem samem przemysł metalowy stoi na drugim miejscu wg ilości zatrudnianych robotników, mając przed sobą przemysł włókienniczy z ogólną ilością zatrudnionych 140 808, t. j. ok. 21,6% i mając za sobą przemysł górniczy — 14% ogólnej ilości zatrudnionych i spożywczy — 11,7%.

Ogólna ilość robotników, zatrudnionych w fabrykach zrzeszonych w P. Z. P. M., wynosiła przeciętnie w r. 1935 — 53 637 osób (por. „Przemysł Metalowy” r. 1936, zeszyt 16), co stanowi ok. 47,5% całej ilości zatrudnionych w przemyśle metalowym.

Z ogólnej ilości robotników, zatrudnionych w zakładach przemysłu metalowego zrzeszonych w P. Z. P. M., zatrudnionych przy produkcji odlewów było 7 171 ludzi, t. j. ok. 13,3%. Zaznaczymy, że przemysł odlewniczy zajmuje w ogólnym zestawieniu różnych gałęzi przemysłu metalowego trzecie miejsce; przemysł wyrobów metalowych i amunicji zatrudnia 33,1% ogółu robotników pracujących w zrzeszonych fabrykach, przemysł wyrobów żelaznych — 14,1%, zaś czwarte miejsce zajmuje fabrykacja maszyn i aparatów, zatrudniająca 10,1% i piąte przemysł elektrotechniczny, zatrudniający 2 646 robotników, t. j. 4,9%.

Jeżeli przyjmiemy stosunek zatrudnienia w odlewniach na poziomie zatrudnienia w przemyśle zrzeszonym w P. Z. P. M., określić będziemy mogli w pewnym przybliżeniu ogólną ilość robotników zatrudnionych w przemyśle odlewniczym w całej Polsce na ok. 15 000 ludzi. Cyfrę tę sprawdzić możemy w sposób następujący: wg ankiety statystycznej, przeprowadzonej przez „Grod” zatrudniano w odlewniach, których produkcja stanowiła 98 452 t żeliwa — 9 823 robotników; ogólna wytwórczość odlewów żeliwnych w r. 1935 uzgodniona z Gł. U. St. stanowiła dla całej Polski ok. 110 000 t, co pozwala, przyjmując tę samą przeciętną wydajność, określić ilość robotników zatrudnionych w odlewniach żeliwa na 11 000 osób; dla odlewni staliwa, których ilość wynosi 30, przeliczenia przeprowadzone przezemnie, pozwalają przyjąć ilość zatrudnionych w nich robotników na ok. 2 200; ilość robotników, pracujących w 198 odlewniach metali nieżelaznych, wynosi w przybliżeniu ok. 1800—2000, co łącznie daje ogólną ilość robotników zatrudnionych w przemyśle odlewniczym na 15 000 osób. Do liczby tej dodać musimy ok. 1 200 osób personelu techniczno-administracyjnego. Ogółem więc przemysł odlewniczy zatrudnia ok. 16 200 osób.

Dla porównania podam cyfrę osób zatrudnionych w przemyśle hutniczym: ilość ta wynosiła

w r. 1935 — 28 323 robotników i 2 631 urzędników (wg. Gł. Urz. Statyst.).

Jeżeli teraz zestawimy te cyfry: hutnictwo — 30 954 i odlewnictwo — ok. 16 200, stwierdzić możemy, że gospodarcze znaczenie odlewnictwa bezwzględnie jest niedoceniane i pod tym względem powinno nastąpić poważne przewartościowanie.

W ogólnym obrocie za r. 1935 fabryk zrzeszonych w P. Z. P. M., który wyniósł 448 259 000 zł., przemysł odlewniczy partycypuje w 10,3% i wyraża się w pokażnej sumie 46 224 000 zł. Pod względem obrotu przemysł odlewniczy przesuwa się na czwarte miejsce, ustępując trzeciemu, które zajmował pod względem zatrudnienia, przemysłowi elektrotechnicznemu.

Ogólna wypłata robocizny w przemyśle metalowym wyniosła wg danych Gł. Urz. St. w r. 1935 — 220 700 000 zł. Dane statystyki P. Z. P. M. nie obejmują cyfr wypłaconej przez fabryki zrzeszone robocizny, lecz możemy obliczyć ją względnie łatwo i z dużym prawdopodobieństwem. Jeżeli weźmiemy kwotę wypłat na ubezpieczenia społeczne, wypłaconych przez fabryki związkowe w r. 1935 i przyjmiemy, że stanowią one przeciętnie ok. 12,5% ¹⁾, widzimy, że fabryki te wypłaciły robocizny conajmniej ok. 100 000 000 zł., co stanowi w stosunku do całej robocizny wypłaconej przez przemysł metalowy łącznie z hutnictwem — 44,6%. Zestawiając tę cyfrę z cyfrą 47,5% zatrudnionych w fabrykach związkowych, widzimy, że naogół są one bliskie, co pozwala przypuszczać, że przeliczenia są dostatecznie dokładne. Podobne przeliczenie pozwala również ustalić, że przemysł metalowy zrzeszony w P. Z. P. M., wypłacił w r. 1935 ok. 30 000 000 zł. wynagrodzenia swoim urzędnikom.

Z ogólnej sumy zarobków, wypłaconych przez przemysł metalowy zrzeszony w P. Z. P. M., zrzeszone odlewnie wypłaciły (przeliczając jak wyżej wg stosunku opłat na Fundusz Pracy) robotnikom ok. 13 100 000 zł., a pracownikom umysłowym — ok. 2 300 000 zł. Opierając się na tych liczbach i na stosunkach wyżej wyprowadzonych, określam wysokość robocizny, wypłaconej przez odlewnie polskie w r. 1935 na sumę conajmniej ok. 20 000 000 zł.

Zestawiając obroty zrzeszonych odlewni z robocizną wypłaconą ustalić możemy, że robocizna ta wynosi ok. 28,3% obrotu.

Przy średniej liczbie robotników zatrudnionych w odlewniach związkowych — 7,171, średni roczny zarobek jednego zatrudnionego robotnika wynosi ok. 1 830 zł., co przy $46 \times 52 = 2 392$ godzinach rocznej pracy, wykazuje średni zarobek na godzinę — ok. zł. 0,77. Niewątpliwie cyfra ta jest wyższa od średniej przeciętnej dla całego przemysłu odlewniczego, ponieważ odlewnie małe, stojące po za organizacją, płacą stawki znacznie niższe, nie przestrzegając żadnych norm, umów zbiorowych i t. p. i otrzymują niezasłużenie do ręki

wielki atut w walce konkurencyjnej z przemysłem wypełniającym wszystkie swoje zobowiązania w stosunku do pracownika i do ustaw skarbowych oraz społecznych. Przeliczenie, zrobione jak wyżej, daje średni zarobek robotnika zatrudnionego w przemyśle odlewniczym ok. zł. 0,50 za godz.

Jeżeli założymy, że stosunek robocizny do obrotu w odlewniach żeliwa, objętych statystyką „Grod”, pozostaje ten sam (28,3%), co i odlewniach związkowych — wyprowadzić możemy, że odlewnie żeliwa objęte statystyką „Grod” wypłaciły robocizny ok. 13 500 000 zł. i wyprodukowały za tę sumę 98 452 t odlewów żeliwnych; daje to przeciętną wysokość robocizny, przypadającej na jedną t odlewu żeliwnego — 137,50 zł. Z cyfry tej skorzystamy i wyciągniemy z niej odpowiednie wnioski.

Reasumując powyższe ustalimy, że: 1) przemysł odlewniczy zatrudnia ok. 15 000 pracowników fizycznych, co stanowi 13,2% ogólnej ilości osób zatrudnionych w przemyśle metalowym i ok. 2,5% ilości zatrudnionych w całym przemyśle polskim; 2) wypłacona przez przemysł odlewniczy ogólna suma robocizny wynosi ok. 20 milj. zł. i daje utrzymanie ok. 65 000 osób ¹⁾; 3) obrót ogólny przemysłu odlewniczego wyniósł w r. 1935 ok. 75 milionów zł. co stanowi około 4% budżetu Państwa Polskiego.

Cyfry te przemawiają same za siebie i uwypuklają gospodarcze znaczenie przemysłu odlewniczego; nie dają nam jednak one skali porównawczej ze stopniem rozwoju produkcji odlewniczej w innych krajach. W tabeli 1 zestawione są cyfry charakteryzujące wysokość produkcji odlewów żeliwnych w Polsce i w krajach z nami sąsiadujących.

TABELA 1.

Produkcja odlewów żeliwnych w różnych państwach.

Nazwa państwa	Dane z roku	Produkcja w tysiącach tonn	Kg na głowę ludności
Polska	1935	110	3,35
Czechosłowacja	1934	300	20,00
Niemcy	1934	2128	32,50
Z. S. S. R.	1932	2258	13,40

W r. 1929 produkcja odlewów żeliwnych wynosiła w Polsce na głowę ludności — 7,2 kg; produkcja takich odlewów w Niemczech w okresie dobrej konjunktury wynosiła na głowę ludności — 55 kg. Z cyfr tych widzimy, ile mamy jeszcze do zrobienia w omawianej dziedzinie.

Aby dać możliwie pełny obraz naszego przemysłu odlewniczego należy uzupełnić dane charakterystyką rozmieszczenia jego na terenie Polski. W tabeli 2 podajemy rozmieszczenie wg rodzajów odlewów i wg ilości wyprodukowanych odlewów

¹⁾ Wypłaty te obejmują sumy wypłacone przez pracodawców i pracowników.

¹⁾ — licząc, że każdy zatrudniony daje utrzymanie 4 osobom.

TABELA 2.

Rozmieszczenie przemysłu odlewniczego w Polsce w r. 1935.

Województwo	Odlewnie żeliwa			Odlewnie staliwa	Odlewnie metalu nieżelaznych	Produkcja odlewów żeliwnych
	handlowego	maszynowego	ciągłego			
M. st. Warszawa	4	9	1	1	17	2,8%
Warszawskie	7	13	—	2	12	1,0%
Łódzkie	6	16	—	—	16	6,2%
Kieleckie	29	14	7	10	22	46,4%
Lubelskie	1	11	1	—	16	0,2%
Białostockie	3	2	—	—	3	0,6%
Poznańskie	3	10	2	2	19	3,9%
Pomorskie	4	17	3	—	11	12,0%
Śląskie	8	31	9	13	38	18,3%
Krakowskie	8	6	1	1	21	6,8%
Stanisławowskie	3	3	—	—	5	0,9%
Lwowskie	4	19	—	1	12	0,9%
Tarnopolskie	—	—	—	—	2	
Wołyńskie	—	7	—	—	—	
Poleskie	—	—	—	—	1	
Nowogródzkie	2	—	1	—	1	
Wileńskie	2	3	—	—	2	
Ogółem	84	161	25	30	198	

Pozatem do wyprodukowania 110 000 t odlewów żeliwnych spożyto w r. 1935:

56 800 t surówki, w tem 3 500 t zagranicznej,
90 500 „ złomu, w tem 25 500 „ zagranicznego,
48 500 „ koksu, w tem ok. 19 400 „ zagranicznego.

Na 100 kg gotowego odlewu wypada zatem:

wsadu metalowego 134 kg
surówki 51 „

zaś udział surówki we wsadzie wynosi ok. 38,5%, co uważamy za zupełnie normalne.

Spróbujmy na podstawie tych realnych cyfr sporządzić ogólny bilans gospodarczy odlewnictwa żeliwnego.

Pobierając na 100 kg odlewów 51 kg surówki po średniej cenie zł. 130 za t, 83 kg złomu po średniej cenie zł. 95 za t z odliczeniem 29 kg zwrotu i 5 kg na straty przy przetapianiu oraz koksu 17,8 kg (do zestawienia przyjmuję tylko koks zagraniczny, zakładając, że koks krajowy wcale nie obciąża kosztów przetapiania) po średniej cenie zł. 72 za t, otrzymujemy z przeliczenia, dodając na koszty robocizny przy przetapianiu ok. zł. 20 na t, że koszt metalu na jedną t odlewu żeliwnego, przeciętny dla całej Polski, nie może być niższy od zł. 150.

Wyżej wyprowadziliśmy, że koszt robocizny całkowitej przypadający na jedną t odlewu stanowi zł. 137,50; liczba ta obejmuje tak zw. robociznę główną, łącznie z robocizną pomocniczą; ostatnią łatwo jest wydzielić, przyjmując na podstawie doświadczenia praktycznego, że stanowi ona ok. 30% całej sumy. W tym wypadku robocizna główna (pro-

dukcyjna) na t odlewu wyniesie ok. 96 zł. Nie będę tu powtarzał szczegółów prac prof. *Buzka*, wielokrotnie ogłaszanych w prasie, które pozwalają określić stosunek procentowy kosztów nakładowych do robocizny głównej oraz wysokość kosztów ogólnych. Zdaje się, że będę z Nim w zgodzie, jak również nikt z czytelników nie zarzuci autorowi zbyt szerokiego gestu, gdy założę, że na koszty nakładowe przyjmuję współczynnik 2 w stosunku do robocizny głównej, a koszty ogólne określam w wysokości 15% otrzymanej sumy, t. j. kosztu wytwórczego; daje to w sumie koszt własny odlewu. Na procentowanie kapitału, ryzyko produkcji i t. p. zakładam 10%; przyjmując te współczynniki, otrzymujemy następujące zestawienie:

Koszt metalu 150 zł.
Robocizna główna 96 „
Koszty nakładowe 200% 192 „

Razem 438 zł.

Koszty ogólne 15 % 66 „

Koszt własny 504 zł.

Zysk 10 % 50 „

Ogółem 554 zł. tonnę

Kalkulację powyższą opierałem na realnych liczbach, otrzymanych z danych statystycznych, charakteryzujących gospodarkę przemysłu odlewniczego. Z danych tych wynika również, że średnia cena osiągnięta ze sprzedaży jednej tonny odlewów żeliwnych wyniosła w roku ubiegłym 498 zł., a więc była niższa od ceny kosztu własnego o zł. 6 za tonnę i w rocznym bilansie dała niedobór w wysokości ogólnej zł. 660 000. Zysk, który powinien był zasilić przemysł odlewniczy i który ustaliliśmy na 5,5 milj. przy obrocie 55 milj. (20 milj. przypada na odlewnie staliwa i metali nieżelaznych) i wpłynąć do kas przemysłu odlewniczego — nie wpłynął; natomiast dopłacono do produkcji przeszło ½ miliona złotych i to w roku, który się liczył jako rok naogół niezły i kiedy ceny regulowała istniejąca wówczas organizacja sprzedaży odlewów. Jak wiadomo organizacja ta przy końcu roku ubiegłego została rozwiązana.

Bilans podobny za rok bieżący ustalimy w roku przyszłym i stwierdzić będziemy mogli, ile żywej „krwi” w postaci kapitału obrotowego stracił przemysł odlewniczy w roku 1936. A że stracił, i to dużo więcej niż w roku ubiegłym, w to zdaje się nie może wątpić nikt stykający się z tym przemysłem.

Na tem niewesołem tle pozostaje rozpatrzyć jeszcze zagadnienie potencjalnych możliwości przemysłu odlewniczego.

Rozpatrzę to zagadnienie tylko od strony odlewnictwa żeliwa, ponieważ ostatnie odgrywa rolę dominującą; znaczenie odlewni nieżelaznych, szczególnie stopów lekkich, jest również bardzo wielkie, lecz jako odlewnie specjalnego przeznaczenia, są one w warunkach odmiennych i uważać je można naogół za dostatecznie przygotowane do spełnienia swoich zadań.

Zadania, do których przemysł odlewniczy powinien być przygotowany są dwojakie: po pierwsze — bezpośrednie zaopatrzenie armji w sprzęt uzbro-

jeniowy z żeliwa specjalnego (skorupy lane, granaty ręczne, bomby wszelkiego rodzaju i t. p.), po drugie — pośrednie zapewnienie ciągłości i stałości zaopatrzenia przemysłu metalowo-przetwórczego, a w pierwszym rzędzie — komunikacyjnego (parowozy, wagony, samochody zwykłe i specjalne, sprzęt motoryzacyjny i t. p.) i obrabiarkowego oraz przemysłu chemicznego (fabryki kwasu siarkowego, prochu i innej broni chemicznej).

Pierwszym i głównym warunkiem właściwego rozwiązania postawionych zadań jest należyty podział ich między odlewnie żeliwne, które, jak wiadomo, stosownie do rodzaju produkcji należą do dwóch zasadniczych typów: odlewni maszynowych i odlewni handlowych. Racjonalny rozdział zadań predystynuje odlewnie maszynowe do obsługi pośredniej, zadaniem zaś odlewni t. zw. handlowych jest bezpośrednie zaopatrzenie armji w amunicję laną.

Stopień rozbudowy i przystosowanie odlewni handlowych do celów zaopatrzenia armji decyduje o potencjalnych możliwościach odlewnictwa w zakresie obrony kraju.

Wszyscy ci, którzy istotnie znają stan naszego odlewnictwa handlowego, widzą tę olbrzymią dysproporcję między naszymi możliwościami i temi, nawet minimalnymi, zadaniami, jakie mogą być postawione przemysłowi odlewniczemu w zakresie bezpośredniego zaopatrzenia wojska.

Liczbowo stan porównawczy obrazuje tabela 3.

TABELA 3.

Produkcja odlewów handlowych i maszynowych w różnych państwach.

Rodzaj produkcji	Polska (1935)		Niemcy (1934)		Z. S. S. R. (1932)	
	tys. t.	%	tys. t.	%	tys. t.	%
Odlewy handlowe	83	75,6	1 353	63,5	901	40,0
Odlewy maszynowe	27	24,4	775	36,5	1 357	60,0
	110	100%	2 128	100%	2 258	100%

Produkcja odlewów handlowych tworzy tę rezerwę, którą zużytkować można na bezpośrednie zaopatrzenie armji w sprzęt lany. Uwzględniając rozbudowę przemysłu odlewniczego w Z. S. S. R. pod koniec drugiej „piatiletki” (r. 1937), oraz tylko częściowe wykorzystanie zdolności produkcyjnej u naszego zachodniego sąsiada, oszacować należy możliwości Rzeszy w tej dziedzinie minimum na 2 000 tys. tonn, zaś Z. S. S. R. na przeszło 2 000 tys. t rocznie w warunkach produkcji pokojowej. Nasze możliwości są pod tym względem minimalne i stosunek cyfrowy przedstawiony w tabeli 3 należy uważać raczej za optymistyczny, a to dlatego, że po przejściu naszych odlewni na fabrykację specjalną nie zdołają one osiągnąć tonnażu osiąganego przy produkcji odlewów handlowych. Przyczyna tego leży w tem, że poziom technicznego wyposażenia naszych odlewni handlowych stoi, za małymi wyjątkami, na poziomie z przed 30—40 lat, że wyposażenie to jest ostatecznie zdewastowane, że na-

szcze odlewnie handlowe charakteryzuje prawie absolutny brak urządzeń do zastąpienia pracy ręcznej maszynową, że kierownictwo techniczne spoczywa w rękach osób o minimalnym zakresie wiadomości technicznych, absolutnie nieprzygotowanych do produkcji specjalnej. Taki jest obraz stanu 90% polskich odlewni handlowych i jest rzeczywistą charakterystyką możliwości potencjalnych naszego odlewnictwa żeliwnego.

Czem jest spowodowany ten stan?

Spowodowany on jest przede wszystkim nierentownością naszego przemysłu odlewniczego i temi trudnościami finansowymi, z jakimi walczy prawie przez cały okres naszej odrodzonej państwowości. Nie będę tu wchodził w analizę przyczyn tego stanu, stwierdzić jednak pragnę, że chroniczna jego nierentowność jest skutkiem niewłaściwego strukturalnego układu polskiego odlewnictwa. Zmiana struktury tej jest zagadnieniem bardzo szerokim i wymaga współpracy i pomocy nie tylko czynników rządowych, lecz i innych gałęzi przemysłu metalowego. Rzeczą tę potraktowałem szerzej w swoich referatach w T. W. T. w „Komisji Żelaza” i w referacie „Warunki rozwoju i unaukowania przemysłu odlewniczego w Polsce” na Zjeździe Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich, gdzie nakreśliłem te drogi, jakimi można wyprowadzić odlewnictwo polskie z dzisiejszego stanu zacołania.

Podstawowym i najważniejszym jednak warunkiem jest przywrócenie mu rentowności, co w znakomitym stopniu ułatwi przebieg uporządkowania tej gałęzi gospodarki narodowej.

Odlewnie żeliwa maszynowego, których zadaniem będzie pośrednia obsługa armji, stoją bezwzględnie na wyższym poziomie wyposażenia i możliwości produkcyjnych, lecz nie powinny być w żadnym razie brane pod uwagę przy opracowaniu planów bezpośredniej obsługi armji. Przerzucenie na te odlewnie zadań, ciążących na odlewniach handlowych, nie jest właściwe; ich rola na tym odcinku powinna sprowadzić się do roli instruktorskiej w stosunku do odlewni handlowych. Do tego może być powołana mniejsza lub większa ich ilość, lecz błędem jest opierać bezpośrednie zaopatrzenie na zdolnościach produkcyjnych tych odlewni.

Dysproporcja między możliwościami produkcyjnymi a programem postawionym do wykonania i w tym wypadku będzie bardzo duża. Ta okoliczność zmusza mnie do stwierdzenia, że żadna odlewnia maszynowa nie powinna być wciągnięta do realizowania programu bezpośredniego zaopatrzenia armji, co należeć powinno do odlewni handlowych, tembardziej, że zadania odlewni maszynowych pod względem trudności technicznych są niewątpliwie głębsze i zastąpienie ubytku odlewni maszynowych odlewniami handlowymi nie da żadnego wyniku.

Trzecią kategorią odlewni, którą dotychczas pomiąłem, jest grupa specjalnych odlewni — odlewni hutniczych. Odlewnie te muszą być włączone do grupy odlewni bezpośrednio zaopatrujących armję, i w naszych warunkach może są jedyną wartościową rezerwą pierwszej. Odlewnie te jednak bardzo luźno są powiązane z właściwym przemysłem odlewniczym i przy rozważaniu potencjału tego ostat-

niego nie mogą wchodzić w rachubę. Zaznaczyć muszę, że przy rozpatrzeniu tonażu produkcji odlewni żeliwa (por. tab. 3) brałem jednak pod uwagę ich możliwości produkcyjne.

Sugerując powyższy rozdział zadań między odlewnie handlowe i maszynowe i przeznaczając niektóre z tych ostatnich do roli jednostek instruktor-skich, podchodzę do tego zagadnienia tylko od strony racjonalnej gospodarki naszym zasobem możliwości technicznych. Nie mogę jednak nie wyrazić swojego głębokiego przekonania o konieczności daleko idącej modernizacji i tej gałęzi odlewnictwa żeliwnego. Realizacja tego postulatu wymaga jednak spełnienia tego samego warunku, co i dla żeliwnictwa handlowego — przywrócenia rentowności. Zachęci to niewątpliwie do inwestowania pewnych sum w tym kierunku, ponieważ zrozumienie konieczności inwestycji niewątpliwie istnieje i tylko brak na to własnych wolnych środków jest

przyczyną zła, jak również świadomość niemożliwości amortyzacji kapitałów.

Reasumując stwierdzam: możliwości potencjalne naszego przemysłu odlewniczego są minimalne i podniesienie ich jest niewątpliwie zagadnieniem pierwszorzędem z punktu widzenia obrony kraju; podstawowym warunkiem uzdrowienia jest przywrócenie rentowności w warunkach takich, aby nadwyżka bilansowa w poważnej części skierowana została na przebudowę przemysłu odlewniczego drogą jego modernizacji i unaukowania.

Nie wątpię, że następne artykuły oświetlą to zagadnienie głębiej i umożliwią powzięcie decyzji, które zapewnią przemysłowi odlewniczemu wyjście na szeroką drogę rozwoju i zajęcie należnego mu miejsca w ogólnej gospodarce narodowej.

J. LIPOWSKI

621 . 74 : 658 . 114 . 5

Rola organizacji sprzedaży w uporządkowaniu przemysłu odlewniczego

Wyroby przemysłu odlewniczego obejmują wyjątkowo szeroki zakres, dotyczący prawie wszystkich odcinków życia gospodarczego.

Tworzywo przetapiane w odlewni decyduje o jej przydziale do grupy żeliwa, staliwa, lub metali nieżelaznych.

Zależnie od przeznaczenia wyrobów odlewnie dzielą się na następujące rodzaje:

- 1) Odlewnie pomocnicze (hutnicze lub fabryczne), pracujące na potrzeby wyłącznie własnego zakładu metalowo przetwórczego; do tej kategorii należą wszystkie odlewnie hutnicze i odlewnie przy fabrykach maszyn.
- 2) Odlewnie maszynowe, pracujące dla różnych przemysłów i dostarczające odlewy wg modeli nabywcy.
- 3) Odlewnie handlowe o własnym programie fabrykacyjnym, produkujące wyroby odlewnicze, począwszy od zwykłych rusztów i blach, kończąc na wyrobach żeliwnych wysokogatunkowych w znaczeniu konstrukcji i obróbki uszlachetniającej.
- 4) Odlewnie koniunkturalne, nie posiadające żadnego określonego programu, a pracujące jedynie na zamówienia okazyjne bądź przemysłu, bądź handlu.

Zaszeregowanie poszczególnych odlewni do jednej z tych kategorii w wielu wypadkach jest bardzo uciążliwe. Często w zależności od koniunktury odlewnie pomocnicze starają się o zamówienia z rynku, a odlewnie przy hutach stale uczestniczą w przetargach na odlewy kolejowe, jak kločki hamulcowe, ruszty parowozowe, mażnice i t. p.

Z kolei odlewnie handlowe szukają zamówień na odlewy maszynowe, względnie odlewnie czysto maszynowe rozpoczynają produkcję poszczególnych

wyrobów odlewniczych, które z natury rzeczy należą do programu produkcji odlewni handlowych.

Znaczna ilość odlewni żeliwa jest obecnie zrzeszona w Grupie Odlewni przy P. Z. P. M.; duża ilość odlewni nie będąc członkami współpracuje również z Grupą. Rozwój Grupy idzie metodycznie wg ściśle opracowanego planu, zmierzającego do podniesienia poziomu uświadczenia gospodarczego polskiego przemysłowca odlewniczego. Z materiałów zebranych przez Grupę i odpowiednio opracowanych przez prezesa Grupy, inż. K. Gierdziejewskiego, przytaczamy dwie cyfry. Obrót wyrobami odlewniczymi wynosił w r. 1935 około zł 55 000 000 — przyczem ogółem wykazano strat około zł 600 000. W stratach tych nie figurują sumy, które winny być odpisane na amortyzację. Jeżeli uwzględnimy, że w racjonalnie gospodarowanym przemyśle obrót winien odrzucić 10% zysku do podziału, otrzymamy niedobór, wynoszący około 6 milj. złotych. Lata poprzednie nie były lepsze. Niech więc nie dziwi nas, że poziom techniczny naszych warsztatów odlewniczych jest bodaj najniższy w całej Europie, za wyjątkiem tych nielicznych przedsiębiorstw, które dzięki warunkom specjalnym mogą przeprowadzać inwestycje.

Znane są wypadki w odlewniach handlowych, że przy produkcji niektórych artykułów wycofane zostały maszyny formierskie i powrócono do formowania ręcznego, co czyni zakład w obecnych warunkach bardziej elastycznym i w sumie przyczynia się do obniżenia kosztu własnego.

Wygląda to na groteskę, jest jednak niestety realnym faktem. Rzecz oczywista, że gatunek, a raczej wygląd zewnętrzny wyrobu ulega przez to obniżeniu, odbiorca toleruje jednak ten fakt i żąda towaru jeszcze tańszego. Odlewnik dąży do dalszego potania towaru i szuka tańszego surowca — znajduje go w złomie, przetapiając nadmierne jego ilo-

ści. Następuje dalsza obniżka ceny i dalsza obniżka gatunku towaru. Odbiorca i z tem się godzi, żądając towaru jeszcze tańszego. Następuje dalszy wyścig konkurujących warsztatów i wolna konkurencja przeistaczać się zaczyna w swawolę konkurencyjną, w czasie której wyzyskuje się wszystko dla pseudo-dobrych konsumenta. Równanie wdół następuje wszędzie. Obniża się wszystko. Obniża się gatunek, obniża się wagę, obniża się płace robotnicze, obniża się wszelkie koszty lub wręcz się je eliminuje, aby tylko taniej dostarczyć, aby tylko utrzymać bieg warsztatu, licząc na przyszłe lepsze czasy, lub na pomoc z zewnątrz.

Przed przystąpieniem do omówienia właściwego tematu, t. j. roli organizacji sprzedaży, należy dać krótki zarys handlu artykułami odlewniczymi.

Sprzedaż tych artykułów dokonywana bywa drogą:

- a) przetargów do instytucji rządowych, samorządowych i t. p.,
- b) drogą bezpośrednią dla przemysłu, pg ofert składanych na zapytania odbiorcy,
- c) drogą pośrednią przez hurtowników i kupców.

Nie będę się zatrzymywał na dwóch pierwszych punktach, jakkolwiek wymagałyby one specjalnego omówienia, gdyż i tu zachodzą często zjawiska, które w interesie obustronnym producenta i nabywcy należałoby usunąć, i przechodzę do punktu trzeciego, t. j. do sprzedaży konsumentowi za pośrednictwem hurtowników i kupców.

Bolączką przemysłu odlewniczego jest brak hurtowników w ścisłym tego słowa znaczeniu. Za wyjątkiem 3—4 firm prowadzących hurtowy handel odlewami, pozostałe firmy handlowe należy traktować jako odsprzedawców i detalistów.

Ilość bezpośrednich odbiorców Odlewni wynosi około 6000 firm zarejestrowanych w kartotekach byłych organizacji sprzedaży. Z ilości tej zaledwie około 100 firm osiąga obrót odlewami nabywanymi bezpośrednio z fabryk ponad 1000 zł. rocznie, reszta to drobni odbiorcy wiejscy i małomiasteczkwowi. Każdy z tych odbiorców tak drobnych stara się uzyskać kredyt, który w praktyce nieraz wynosi 6 miesięcy, o ile wogóle nie pociąga za sobą 100% straty. Kredyt ten w większości wypadków uzyskuje nabywca pomimo braku wszelkich podstaw do jego otrzymania, jedynie dzięki specyficznym warunkom rynku odlewniczego. Drobny kupiec rozpoczyna zazwyczaj we własnym imieniu handel z okolicznymi, powiedzmy powiatowymi, kupcami. Kupuje początkowo za gotówkę, a przy trzecim — czwartym zakupie otrzymuje kredyt. Po pewnym czasie pracy szuka nowego dostawcy w mieście wojewódzkim i w identyczny sposób rozpoczyna pracę z kupcem wojewódzkim, u którego z kolei uzyskuje również kredyt otwarty względnie wekslowy na akcepty własne. Akcepty te kupiec łąkuje w odlewniach. W ten sposób odlewnie dowiadują się o istnieniu odbiorcy. Ruchliwi agenci odlewni przy pierwszej sposobności nawiązują kontakt bezpośredni z danym odbiorcą, sprzedając mu początkowo za gotówkę przez zaliczenie. Z czasem uzyskuje ten odbiorca kredyt i w odlewniach. Agentów jednej odlewni śledzą agenci drugiej odlewni. Zaczyna się

licytacja ceny i kredytów. Po krótkim czasie w pewnej chwili wzrasta zadłużenie i w najlepszym wypadku odbiorca taki reguluje na 50% swe zobowiązania pod pretekstem likwidacji interesów i rozpoczyna nadal prowadzić handel na imię żony, syna, brata i t. d.

Dzieje się to przy wszystkich tych artykułach, których sprzedaż nie jest objęta organizacją sprzedaży. W tych warunkach przemysł odlewniczy pracuje obecnie. Przeraza właścicieli odlewni, wzgl. kierowników, umiających patrzeć w przyszłość, że pomimo ciągłych kłopotów, ciężarów, trudności i zabięć nie są oni w stanie osiągnąć choćby najmniejszych zysków, nie mówiąc już o tem, że faktycznie bilanse stale wykazują straty operacyjne. A tymczasem przemysł ten musi dotrzymać ciężkich na nim zobowiązań. Musi istnieć i rozwijać się, który w tej dziedzinie produkcji w ostatnich latach poczynili kolosalne postępy.

Porównyując możliwości odlewnictwa u nas i w innych państwach na wypadek wojny, stwierdzamy, że nasze odlewnictwo pozostało daleko w tyle i dziś wymaga poświęcenia mu kolosalnych wysiłków organizacyjnych oraz dużych środków materialnych, aby mogło sprostać tym zadaniom, których zażąda od odlewnictwa potrzeba wojenna. Dobrej woli, energii i umiejętności technicznych nie brak u nas wśród ludzi pracujących w przemyśle odlewniczym. Brak jest środków pieniężnych oraz uświadomienia ogólnego, że środki te mogą powstać jedynie na podstawie rentowności istniejących zakładów odlewniczych.

Co robić, aby zapewnić rentowność przemysłu odlewniczego?

Rynek wewnętrzny wykazuje z roku na rok wzrost zapotrzebowania na produkowane wyroby. Z roku na rok programy fabrykacyjne rozszerzają się na nowe artykuły. Z roku na rok wzrasta udział odlewnictwa w nowych działach wytwórczości krajowej, a jednocześnie z roku na rok spada rentowność zakładów, opartych na produkcji wyrobów odlewniczych.

Czas najwyższy zaprzestać oklepianych rozmów o kryzysie, o podatkach, o przerostach socjalnych, o warunkach tak zwanych „politycznych i gospodarczych” i o dawnych dobrych czasach niesłychanego rozwoju techniki, wolnego obrotu towarami, kapitałami i ludźmi.

Niema dziś w życiu międzynarodowym tych wolnych obrotów! Czyż mamy się trzymać w życiu wewnętrznym wolnego obrotu towarami, gdy brak nam kapitału przy jednoczesnym nadmiarze materiału ludzkiego, przy bezrobociu wśród pracowników fizycznych i umysłowych, przy istnieniu dumpingu we wszystkich odmianach, przy istnieniu różnic kosztów produkcji t. zw. zmiennych w poszczególnych zakładach przemysłowych i przy wielkiej dysproporcji pomiędzy kosztami produkcji poszczególnych artykułów i ich ceną uzyskiwaną na rynku.

Jedyną drogą do uzyskania rentowności jest droga zrzeszania się. Wielką rolę spełnić tu winna branżowa organizacja zawodowa, jaką jest Grupa Odlewni przy Polskim Związku Przemysłowców Metalowych; wielkie zadania stoją przed Kołem Od-

lewników przy Stowarzyszeniu Techników. Prace i działalność tych organizacji nie dadzą jednak żadnych rezultatów, o ile ustalone wspólnie przez zawodowe organizacje podstawy porozumienia nie zostaną urzeczywistnione, a uzgodnione metody postępowania nie będą miały zapewnionej realizacji. Realizację tę mogą zapewnić jedynie należycie zorganizowane, planowe i celowo prowadzone organizacje sprzedaży. Wyroby przemysłu odlewniczego, będące przedmiotem handlu, dzielą się na:

- 1) wyroby czysto odlewnicze, wychodzące jako obiekt sprzedaży z warsztatu odlewniczego;
- 2) wyroby pomocniczych zakładów przy odlewniach: emaljni, niklowni, chromowni i warsztatów mechanicznych, w których przedmiot wykonany w odlewni podlega dalszej przeróbce na artykuł rynkowy.

Nie do pomyslenia jest powstanie jednej wspólnej organizacji sprzedaży, obejmującej całość produkcji odlewniczej. Winny powstać i powstają oddzielne organizacje sprzedaży poszczególnych grup wyrobów.

Istnieje oddzielna organizacja sprzedaży odlewni stali — Syndykat Odlewni Stali, istnieje oddzielna organizacja sprzedaży rur wodociągowych „Rurapol”, istnieje oddzielna organizacja sprzedaży kotłów do centralnego ogrzewania (Cebeka) i istnieje oddzielna organizacja sprzedaży wyrobów żeliwnych porcelanowo-emaljowanych. Organizacje te obejmują jednak zaledwie drobny odsetek ogólnej produkcji odlewniczej. Brak jest organizacji sprzedaży odlewów żeliwnych maszynowych.

Na tym odcinku wiele bardzo jest do zrobienia i uporządkowania, zarówno pod względem technicznym, jak i handlowym. Trudno jest tu rozdzielić technikę od handlu, gdyż w tym dziale zarówno producent jak i nabywca są przemysłowcami, a handlowiec musi dobrze być obznajmiony z technicznymi wymaganiami odbiorcy. Wymagania te z dniem każdym, w miarę postępu techniki, są coraz większe, a niestety coraz mniej odlewni naszych jest w stanie wymaganiom tym zadośćuczynić.

Rola organizacji sprzedaży na tym odcinku winna polegać na podziale zapotrzebowania wg przeznaczenia i jakości, co z kolei mogłoby się znakomicie przyczynić do wyspecjalizowania się poszczególnych odlewni i osiągnięcia drogą stałego doswiadczenia coraz lepszych wyników technicznych. Nie sądzę, aby zarówno pod względem gospodarczym jak i technicznym było wskazane istnienie zgórą 100 odlewni pomocniczych przy poszczególnych fabrykach maszyn, odlewni, które zaledwie na przeciąg bardzo ograniczony są uruchomiane dla wyprodukowania odlewu na potrzeby własnej fabrykacji. Sądzę, że byłoby o wiele praktyczniej ześrodkować tę produkcję w odlewniach specjalnych, należycie wyposażonych pod względem technicznym i gwarantujących wysoką jakość wykonania. Jest to osiągalne przy należycie zestawionej organizacji sprzedaży tych odlewni, które pracują dziś na zamówienia dla przemysłu, a które od lat prowadzą między sobą walkę konkurencyjną, walcząc z coraz większymi trudnościami technicznymi i finansowymi.

Przechodzę do największej grupy t. zw. handlowych odlewów żeliwnych. Największą część pod względem ciężaru metalu stanowią tu wyroby, nie wymagające zgoła żadnej obróbki, lub też obróbki minimalnej, która może być wykonana w najbardziej prymitywnie urządzonej warsztacie. W produkcji tych artykułów biorą udział prawie wszystkie znajdujące się w ruchu odlewnie. Artykuły te produkują zarówno zakłady zatrudniające ponad 1000 robotników, jak i drobne odlewnie lokalne, zatrudniające zaledwie paru robotników i to w okresie tylko kilkudziesięciu dni w roku. Artykuły te są uważane przez większe odlewnie jako t. zw. tonnaż i wstawiane do programów fabrykacyjnych w miarę nadmiaru roztopionego metalu z pieca. Odlewnie jednak produkujące masowo dla rynku muszą z konieczności utrzymywać produkcję tych artykułów w celu kompletowania ładunków.

W tej grupie towarów w naszych warunkach trudno jest mówić o jakiegokolwiek organizacji sprzedaży w ścisłym tego słowa znaczeniu. Tu może jedynie dać rezultaty akcja zmierzająca do ześrodkowania produkcji przy jednoczesnym podniesieniu technicznym sposobów fabrykacji. Mając na widoku konieczność posiadania urządzeń masowej seryjnej produkcji artykułów specjalnych na wypadek wojny należałoby być może udzielać koncesji na wyrób niektórych artykułów masowego zapotrzebowania tym odlewniom, które mogłyby zainstalować nowoczesne urządzenia, wg metod zmechanizowanej pracy w odlewniach, wymagającej jednak ciągłości fabrykacji o dużej wydajności. Sądzę, że racjonalny podział zamówień Ministerstwa Komunikacji i innych Instytucyj Państwowych i Komunalnych, oparty nie na otwartych przetargach, a na głęboko przemyślanym planie przystosowania odlewnictwa do zadań, do jakich winno być przygotowane na wypadek wojny, mogłoby przyczynić się w dużej mierze do zainwestowania w kilku odlewniach, odpowiednio położonych geograficznie, nowoczesnych instalacji masowej produkcji. Trudno jest mówić o koncesjonowaniu produkcji, przeznaczonej na rynek, przy istnieniu jednak koncesjonowania dostaw, o których mówiłem wyżej, dałoby się poniekąd automatycznie ześrodkować również produkcję masowych artykułów rynkowych w odlewniach zaopatrzonych w nowoczesne instalacje.

Przechodzę do odlewów gatunkowych, stanowiących wyrób warsztatów przetwórczych przy odlewniach. Jest tu wielka różnorodność towaru pod względem asortymentu wymiarów, jakości i gatunku. Z pośród ogromnej ilości tych artykułów jedynie wszystkie rury i kształtki żeliwne zostały znormalizowane, oraz rozpoczęto pracę nad normalizacją artykułów sanitarnych. Podkreślić tu muszę, że prace normalizacyjne były wykonywane i zostały ukończone w okresach istnienia organizacji sprzedaży, prace nad normalizacją z a m i e r a ł y.

Brak normalizacji daje możliwość zmniejszania wymiarów, grubości i ciężaru wielu wyrobów, które przez to samo tracą na swej wartości użytkowej. Kupiec ze szkoda dla konsumenta żąda od dostaw-

cy-producenta towaru jak najtańszego, któryby mógł być przez niego sprzedany z zyskiem, a po cenie tak obniżonej, że nie jest w stanie jej uznać sąsiad jego, konkurent, zaopatrujący się w towar odlewni, która nie zdążyła jeszcze przystosować swoich modeli do konkurencyjnych wymiarów. Wiemy, że w wielu wypadkach masowe artykuły, np. naczynia żeliwne mają wymiary niezgodne z nomenklaturą, a grubości ścianek tak zredukowane, że wartość użytkowa naczynia jest znacznie niższa od wartości, jaką naczynie to mieć powinno. W rezultacie towar, sprzedawany po cenie jednostkowej bardzo niskiej, jest de facto bardzo drogim dla konsumenta, który po krótkim czasie spostrzega, że wydane przez niego pieniądze dały mu przedmiot, który użytkować mógł w czasie bardzo ograniczonym. Jedynie bieda konsumenta i niski poziom kupiectwa może tłumaczyć istnienie tego stanu rzeczy. Na Pomorzu i w Poznańskim, gdzie kupiectwo stoi na wiele wyższym poziomie i gdzie bądź co bądź konsument jest zamożniejszy i ma pewne wymagania nie tylko odnośnie ceny, ale i odnośnie gatunku kupowanego towaru, objaw ten prawie nie istnieje. To też naczynia żeliwne sprzedawane na tym rynku są pełnowymiarowe, a cena jest wyższa o kilkadziesiąt procent od ceny, notowanej w województwach centralnych, Małopolsce i na Kresach.

W okresie działalności organizacji sprzedażnej, rozwiązanej w grudniu roku ubiegłego, przeprowadzono szereg prac, mających na celu ustabilizowanie wymiarów i ciężaru wyrobów względnie litrażu naczyń, i wprowadzenie cenników brutto za sztukę poszczególnych artykułów. Daje to w rezultacie ochronę konsumenta przed nieusprawiedliwionem „dobrodziejstwem” nabywania taniej tandety i wyeliminowanie wyzysku, opartego na spekulacji wagą i wymiarami.

Jak już zaznaczyłem wyżej, gros wyrobów tej grupy nie jest objęte od dłuższego czasu żadną organizacją sprzedażną. Na rynku ceny kształtują się na zasadach wolnej konkurencji, a raczej na zasadach wolnego wyboru dostawcy przez kupca-pośrednika, posługującego się metodami niejednokrotnie graniczącymi z wyzyskiem, opartym na kłamliwym notowaniu cen konkurujących odlewni, i żądaniu towaru o wadze zredukowanej poniżej nawet technicznego bezpieczeństwa użytkowania.

W tych warunkach ceny zostały doprowadzone poniżej granicy opłacalności produkcji i nie stoją w żadnym stosunku do kalkulacji kosztów własnych.

Jedynie organizacje sprzedaży prowadzące akwizycję i inkaso należności byłyby w stanie przywrócić cenę, gwarantującą rentowność produkcji danego artykułu, oraz ograniczyć do minimum ryzyko niewypłacalności odbiorców.

Cena jednak wyznaczona przez Biuro Sprzedaży nie może być oparta na tej wysokości, na której kształtowała się w okresie przed powstaniem organizacji. Cena sprzedażna powinna być wynikiem wspólnej, racjonalnie przeprowadzonej kalkulacji i przewidywać powinna możliwość różniczkowania w zależności od odbiorcy, ilości, ryzyka sprzedaży i transportu.

Kalkulacja ceny sprzedażnej musi pozatem przewidzieć zysk netto dla przedsiębiorstwa, w wyso-

kości gospodarczo usprawiedliwionej. W y s o k o ś ć gospodarczo-usprawiedliwionego z y s k u p o w i n n a b y ć u m o t y w o w a n a p r z e d e w s z y s t k i e m p r z e z n a c z e n i e m j e g o n a c e l e m o d e r n i z a c j i z a k ł a d u p r z e z n o w e i n w e s t y c j e, o r a z n a c e l e s p e c j a l n e, d o j a k i c h Z a k ł a d m o ż e b y ć p o w o ł a n y w i n t e r e s i e d o b r a p u b l i c z n e g o, a p o z a t e m k o n i e c z n o ś c i ą w y p ł a t y d y w i d e n d y o d k a p i t a ł o w, p r a c u j ą c y c h w p r z e d s i ę b i o r s t w i e.

Odosobniona organizacja sprzedaży jednego artykułu, o ile nie działa jednocześnie z szeregiem analogicznych organizacji, obejmujących sprzedaż innych artykułów, produkowanych przez te same Zakłady Przemysłowe — nie może odgrywać roli o większym znaczeniu dla całokształtu rynku i przemysłu odlewniczego.

Istnienie szeregu organizacji sprzedażnych poszczególnych artykułów, przedstawiających łącznie minimum 60—70% produkcji poszczególnych Zakładów, stwarza dopiero warunki, w jakich organizacja może spełnić swe zadanie i odegrać rolę w podniesieniu stanu finansowego i technicznego przemysłu odlewniczego. Wówczas dopiero zainteresowanie członków organizacji jest jednakowe, gdyż wszyscy równomiernie otrzymują korzyści płynące z wzajemnej współpracy.

Przemysłowiec nie może być jednocześnie wszechstronnym technikiem, kupcem i handlowcem. Tam gdzie handel stoi na wysokim poziomie, gdzie istnieją wielkie hurtownie, bogate w kapitały i posiadające dobrze zorganizowany aparat akwizycyjny, przemysłowiec stara się o jaknajściślejszą współpracę z tym hurtownikiem, który przejmuje od niego troski i ryzyko życia codziennego, gwarantując mu stały odbiór i regularny przypływ środków obrotowych. W Polsce tych hurtowni nie mamy i niema widoków na ich powstanie. Rolę odbiorcy hurtowego musi przejąć na siebie wspólna Organizacja Sprzedaży, stworzona przez samych Wytwórców i przez nich administrowana. Przemysłowiec w tych warunkach, mając na czas dłuższy ustabilizowaną cenę, niezależną od chwilowej koniunktury, może spokojnie opracować nowe metody tańszej produkcji, bez uciekania się do obniżenia gatunku produkowanego towaru.

Spełniając rolę odbiorcy hurtownika Organizacja Sprzedaży musi mieć na celu planowy podział zapotrzebowania między swych członków. Musi ona opierać swe prace na preliminarzach ilościowych sprzedaży i preliminarzach wpływów gotówki, aby być w stanie we właściwym czasie obsłużyć towarem rynek, a zainkasowaną gotówkę przelać do kasy producenta.

Organizacja Sprzedaży musi stale informować producenta o stanie zapotrzebowania ogólnego na rynku, o tempie inkasa i wypłacalności odbiorców. W ten sposób informowany producent może o wiele racjonalniej i rentowniejsze planować prace swego warsztatu.

Pozatem wspólna Organizacja Sprzedaży musi w należyty sposób opracować i wykonać plan zbytu artykułów swych mocodawców na rynku, drogą współpracy z całą siecią kupców zaszeregowanych

w kategorii, na podstawie gwarantowanych ilości odbioru w określonym czasie, oraz na podstawie oceny fachowości, wartości moralnych i finansowych odbiorców.

Kategorjom kupców muszą odpowiadać odpowiednio zróżniczkowane ceny zakupu. Ceny te winny uwzględniać ogólne koszty transportu, równomiernie rozłożone na całość sprzedaży, gdyż tą drogą otrzymujemy ich ujednostajnienie, niezależne od odległości miejsca zbytu od zakładu wytwórczego.

Sprawa kosztów transportu i jego rodzaj: kolej, woda, samochód i furmanka — wymagają również głębszego zastanowienia. Faktem jest, że najtańszym środkiem przewozowym od dłuższego już czasu jest u nas chłopska furmanka. Lecz coś tu jest nie w porządku, gdy zwykle chłopskie furmanki nalożone do granic wytrzymałości siły pociągowej, zaprzężone najczęściej w jednego konia, ciągną setki kilometrów, bo z koneckiego aż pod Wilno lub Lwów; a u naszych sąsiadów w tym czasie po szosach przebiegają samochody ciężarowe, ciągnące za sobą dwie lub trzy przyczepki, na których dziś widnieją napisy firm transportowych, a jutro, po przemalowaniu na kolor barwy ochronnej, zawisną na nich tabliczki przydziału do jednostki bojowej...

Organizacja Sprzedaży, inkasująca dla swych członków należności za sprzedawane towary, może być i często była gwarantką kredytu udzielanego przemysłowi przez dostawcę surowców.

Organizacja Sprzedaży, stabilizując na dłuższy okres czasu utargi producenta, daje mu możliwość wprowadzenia racjonalnej polityki płac i akordów robotniczych. Gwarantuje to ciągłość zatrudnienia przy godziwych zarobkach, mniejwięcej zbliżonych we wszystkich zrzeszonych zakładach. Przy rujnującej walce zakładów robotnik cierpi narówni z przedsiębiorcą. Trwająca dziś walka konkurencyjna pomiędzy odlewniami doprowadziła do tego, że znane są wypadki wyraźnego wyzysku robotnika, inaczej tego bowiem nie mogę nazwać, skoro zarobek ten wynosił, co prawda przejściowy, poniżej 1 złotówki za 8 godzin pracy.

Na temat roli organizacji sprzedaży dla przemy-

ślu odlewniczego można mówić dużo więcej, niż na to pozwalają ramy niniejszego artykułu. Ograniczyłem się zatem do podkreślenia najbardziej czułych i bolesnych momentów, stwierdzając, że organizacje te winny współpracować z Grupą Odlewni, jako poniekąd organizacją naczelną i są przeznaczane do zrealizowania lub pomocy w zrealizowaniu zadań nietylko handlowych, lecz pośrednio technicznych i socjalnych, a nadewszystko zaś zagadnień, związanych ze sprawą obrony kraju.

Można toczyć zacięte spory na temat celowości karteli, można planować i prorokować skuteczność wolnej konkurencji, można łudzić się, że życie samo odrzuci słabych i nieudolnych, należy jednak już dziś stwierdzić, że w praktyce jesteśmy spóźnieni, że już nie mamy czasu na eksperymenty. Nasza rzeczywistość ostrzega nas; przed przemysłem odlewniczym staje widmo ruiny i słabizny niewspółmiernej do zadań, które przemysł ten ma do spełnienia.

W przemyśle odlewniczym niema obcych kapitałów, niema też dotychczas kapitałów spekulacyjnych, obliczonych na wvzysk, jest jedynie kapitał krajowy, włożony w ten przemysł w nadziei na jego rentowność i gotowy zawsze do spełnienia zadań społecznych i ogólnie państwowych, które go oczekują.

Przemysł odlewniczy pragnie być zorganizowanym i zwartym czynnikiem postępu życia gospodarczego, czynnikiem świadomym możliwości spełnienia obowiązków wobec społeczeństwa i państwa i ma prawo ufać, że będzie przez właściwe czynniki państwowe należycie poznany i rozumiany, aby mógł liczyć na przychylność i poparcie.

W zakończeniu niech mi wolno będzie przytoczyć słowa wielkiego organizatora przemysłu odlewniczego we Francji, prezesa Centralnego Związku Odlewników p. *Olivier*, wypowiedziane w Paryżu na Zjeździe tej Organizacji dn. 27 stycznia 1934 r.:

„Piękna jest wolność, tak piękna jak lazur nieba, — lecz niestety została ona przez wielu tak ponizona, że jedyną wolnością, jaką dziś obserwujemy, jest wolność robienia głupstw”.

St. ZIELIŃSKI

658 . 114 . 5 : 621 . 745 . 44

Korzyści scentralizowania zakupu złomu odlewniczego i hutniczego^{*)}

Zakaz wywozu złomu, stosowany przez cały szereg państw, świadczy wymownie o ważności tego surowca. Polska przez nałożenie cła wywozowego na złom w wysokości zł. 50 od

^{*)} Na prośbę Komitetu Wykonawczego III-go Zjazdu Odlewników dyrektor Centrali Zakupu Złomu Polskich Hut Żelaznych w Warszawie, p. St. Zieliński opracował na Zjazd poniższe swoje uwagi.

Ponieważ zagadnienie uporządkowania rynku krajowego złomu możliwe będzie tylko po wprowadzeniu poważnych reform organizacyjnych w czynności zakupu złomu, uważać możemy uwagi p. dyr. Zielińskiego, wybitnego fachowca w tej dziedzinie, za przyczynek, który umożliwi racjonalne podejście do rozwiązania całości zagadnień.

tonny uniemożliwiła w rzeczywistości eksport, zachowując zapasy krajowe oraz wychodzące z obiegu żelazo wyłącznie na użytek rodzimego przemysłu. Gospodarka złomem wymaga ostrożności i umiejętności, świadczy o tem tworzenie przez spożywców tego surowca specjalnych organizacji złomowych. Doświadczenie wskazuje, że scentralizowanie w rękach jednej organizacji gospodarki złomowej daje znaczne korzyści, które niewątpliwie przypadłyby również w udziale odlewnictwu polskiemu, gdyby dotychczasowy system indywidualnego zaopatrywania się w złom zastąpiono wspólnym, planowym zakupem i podzia-

łem tego materiału oraz rozliczeniem go między sobą według ustalonych warunków.

Zagadnienie posiadania przez odlewnicwo polskie organizacji złomowej jest od dłuższego czasu rozważane i istnieje projekt przyłączenia się odlewni w tej dziedzinie do hut żelaznych, posiadających od 1926 r. własną organizację, zaopatrującą je w złom. Powierzenie wspólnej organizacji czynności zaopatrywania odlewni zarówno w złom żeliwny krajowy, jak i zagraniczny, przyniosłoby odlewniom zrzeszonym w tej organizacji i biorącym udział w jej pracach bezwątpienia duże korzyści, z których już obecnie można wymieni:

- 1) W zakresie polityki cen na rynku krajowym — obniżenie cen do granic kalkulujących się zbieraczom i posiadaczom złomu żeliwnego, względnie też utrzymywanie ich w razie potrzeby na wysokim poziomie.
- 2) W zakresie zakupu zagranicą — skoordynowanie zakupu na rynku światowym i ewentualne dołączenie do zakupów organizacji hutniczej, wynoszących ok. 30 000 tonn miesięcznie, powinno bezwarunkowo dać dodatni wynik przy uzyskaniu niższych cen, niż ma to miejsce przy zakupie niezorganizowanym. Zwłaszcza przy każdorazowych większych zakupach istniałaby możliwość potaniaenia tego materiału.
- 3) W zakresie przeładunku — przy skoncentrowaniu w porcie gdyńskim i traktowaniu go podobnie, jak złomu sprowadzanego dla hut — koszty przeładunku tego materiału powinny się obniżyć.
- 4) W zakresie wyjednywania pozwoleń na przywóz, przydziału dewiz, ewentualnych kontyngentów i t. p. — scentralizowanie tych prac i prowadzenie ich przez wspólną organizację łącznie z analogicznymi sprawami, dotyczącymi hutnictwa żelaznego, dałoby dodatnie wyniki.

5) W zakresie transportu kolejowego. Powierzenie jednej organizacji zaopatrywania w złom zrzeszonych odlewni dałoby możliwość podciągnięcia przewozu złomu odlewniczego pod taryfę wyjątkową, opartą na zobowiązaniu się przewiezienia ustalonego zgóry kontyngentu i skutkiem tego potaniaenia dotychczasowych kosztów przewozu z portu przeładunkowego.

Ponadto nasuwają się w związku z powyższem korzyści o charakterze ogólnogospodarczym, mianowicie:

- 1) Prowadzona przez hutnictwo polityka portowa w kierunku popierania rozwoju portu w Gdyni, powierzania przeładunku i maklerki firmom polskim — miałyby zastosowanie również przy imporcie złomu odlewniczego.
- 2) Dzięki obniżeniu cen złomu żeliwnego może okazać się korzystnym dla odlewni powiększenie wsadu surówki, co wpłynęłoby na rozwój wielkopiecownictwa i kopalnictwa rud krajowych.
- 3) Sprowadzanie złomu odlewniczego możliwie z krajów clearingowych powiększyłoby możliwości eksportu wyrobów polskich do danego kraju.

Utworzona przez wszystkie huty żelazne Centrala Zakupu Złomu Polskich Hut Żelaznych, która w końcu 1926 r. przejęła agendy dawnych organizacji hutniczych, istniejących od 1922 r., dostarczyła hutom w ciągu 10 lat przeszło 1½ miliona tonn z rynku krajowego i około 3½ milionów tonn z zagranicy, a więc ogółem przeszło 5 milionów tonn, przenosząc import złomu zagranicznego (odbywający się przeważnie drogą morską) z portów niemieckich i Gdańska wyłącznie do Gdyni — daje rękojmię, że również sprostałaby zadaniom powierzonym jej przez odlewnictwo.

Inż. J. ZYBERT

621 . 74 (09) (438) „1918/36”

Drogi rozwoju odlewnictwa w Polsce odrodzonej

Zadna może z dziedzin przemysłu przetwórczego metalowego nie pracowała i nie pracuje w tak dziwnych warunkach technicznych i gospodarczych, jak odlewnictwo żeliwa, pomimo, że stanowi podstawę całego szeregu innych gałęzi tego właśnie przemysłu.

Wiele przyczyn składało się i składa się na to po dzień dzisiejszy. Większość odlewni żeliwnych jakby nie chciała, czy nie umiała zrozumieć rozpaczliwego swego położenia, albo może i zdaje sobie sprawę ze swego stanu gospodarczego i ubóstwa technicznego, umie jednak tylko narzekać, płakać i zlorzeczyć swemu losowi, nic jednak, albo prawie nic nie przedsięwzięje ku polepszeniu tego stanu, pracuje natomiast rzetelnie, aby nieznośne warunki swego bytowania bardziej jeszcze pogłębić.

Świetny rozkwit gospodarczy odlewni naszych w okresie przedwojennym dzięki rynkom zbytu nie-

nasyconej w owe czasy Rosji nie wpłynął dodatnio na rozwój techniczny tych nadzwyczaj ważnych, bo podstawowych w przemyśle przetwórczo-metalowym warsztatów pracy; właściciele odlewni, mając doskonałe zyski przy najprymitywniejszych urządzeniach technicznych, nie czynili nic, albo prawie nic, aby je należycie wyposażyć w nowoczesne urządzenia, mechanizujące pracę, a więc obniżające koszty wytwórcze. Bo ostatecznie i po co? Wszak w owe czasy, przynajmniej na terenie b. Kongresówki, zresztą to samo było, może nawet jeszcze w większym stopniu i w pozostałych zaborach, nikt nie pytał o cenę odlewów i słabo się o jej wysokość targował — pytał jedynie o termin dostawy. To też najczęściej szybkość wykonania, a nie cena decydowała o wyborze odlewni. W owe czasy wystarczało postawić w jakimś budynku, choćby na początek dzięki liberalizmowi ówczesnych władz zaborczych,

w stodole sztorcem — pionowo — jaki stary kocioł, porobić w nim tu i tam otwory, wewnątrz wymurować (takie piece żeliwne są jeszcze do dnia dzisiejszego w niektórych odlewniach), zdobyć lub zrobić trochę skrzyń formierskich — dla pierwszych odlewów nawet drewnianych — sprowadzić kilkanaście wozów piasku, imitującego piasek formierski, porobić w nim odciski modeli, zazwyczaj dostarczanych przez odbiorców i... odlewnia gotowa... roboty wbród.

O kwalifikacje fachowe rzemieślników-formierzy też nikt nie pytał i o nie się nie troszczył. Powtarzam — rzadko cena lub jakość odlewu decydowała. Termin wykonania wystarczał. Odbiorca narzekał na liche wykonanie odlewów, oczyszczanych z zapieczonego piasku zaledwie zgruba szczotką drucianą, na złe i niewłaściwe do swego przeznaczenia tworzywo żeliwne, ale je brał — zadowolony, że dostał.

Właściciele odlewni lub naczelne kierownictwo zakładów, których integralną część stanowiła odlewnia, najczęściej słabo albo wcale nie orjentowali się w zawiłych zagadnieniach odlewnictwa, powierając kierownictwo nie technikom o specjalnym przygotowaniu teoretycznym, lecz majstrom, skądinąd doskonałym rzemieślnikom, ale tylko rzemieślnikom, często ludziom zaledwie umiejącym pisać, którzy jednak prawie cudów dokonywali, wytwarzając niejednokrotnie bardzo trudne i skomplikowane odlewy, mając do rozporządzenia najskromniejsze urządzenia techniczne; — byli to jednak ludzie bądź co bądź o ciasnym, ograniczonym światopoglądzie technicznym, pełni zazdrośnie strzeżonych sekretów (?), z wychowania i zawodowego wykształcenia swego konserwatywni, niechętnem okiem patrzący, jako na swych konkurentów, na techników o specjalnym wykształceniu szkolnym, którzy chcieli wprowadzać według nich jakies zamorskie (?) ulepszenia i metody. Majstrom tym w lwiej części, jako odpowiedzialnym kierownikom technicznym odlewni zawdzięcza odlewnictwo nasze swoje słabe uzbrojenie mechaniczne, trzeba bowiem pamiętać, że ze wszystkich kategorii rzemieślników fabrycznych największym wrogiem wszelkiego postępu, zmierzającego ku zmechanizowaniu, uproszczeniu i zwiększeniu wydajności pracy, jest odlewnik, który w każdym sprzecie mechanicznym w odlewni widzi zamach na swoje zarobki — a przecież majstromie — ówcześni kierownicy odlewni wyszli z ich grona.

Czy taki sposób rozumowania pracowników, zatrudnionych w warsztatach mechanicznych, byłby do pomyślenia?

Czy tokarz, mający do rozporządzenia nowoczesne obrabiarki precyzyjne, śmiałby zaoponować swemu kierownikowi, że powierzoną mu robotę lepiej wykona na jakiejś maszynie przedpotopowej konstrukcji? A niestety, w odlewnictwie są takiego zdania nietylko formierze, ale i niektórzy kierownicy odlewni.

Mam odwagę powiedzieć, że hasło „precz z postępem” w odlewnictwie święciło pełny swój tryumf, i obecnie pod tym względem nie dużo się zmieniło.

Minęły jednak czasy naszej niewoli, odzyskailiśmy niezależność polityczną; utraciliśmy coprawda bo-

gate i pojemne rynki rosyjskie, rozpoczęliśmy pracę u siebie i dla siebie, jednak nie umiemy, nie możemy, czy nie chcemy dostosować się do nowych warunków gospodarczych i technicznych pomimo, że odlewnictwo na rynku wewnętrznym w Polsce ma olbrzymie widoki rozwoju nietylko ze względu na coraz bardziej wzrastające wymagania przemysłu maszynowego, ale, i to przede wszystkim, wynikające z obowiązku pracy dla gotowości bojowej naszej armji.

Jak już zaznaczyłem, wybuch Wielkiej Wojny zastał odlewnie nasze w większości wypadków pod względem uzbrojenia technicznego więcej, niż zafalane. Okres wojenny, rozgrywający się w dużej mierze na naszych ziemiach, nietylko — oczywista — nie wpłynął dodatnio w kierunku ich rozwoju, jak np. w krajach sąsiadujących z nami, których nie tknęła pożoga wojenna, a w których odlewnie zmilitaryzowane pracowały całą parą dla przemysłu wojennego, lecz przeciwnie — zniszczył i te urządzenia pierwotne, jakie odlewnie nasze posiadały. Zniszczyły je nietylko bezpośrednie działania wojenne, ale także konsekwentna, niszczycielska polityka okupantów, rozumiejących doniosłą rolę przemysłu przetwórczo-metalowego, a więc i jego podstawy — odlewnictwa, jaką odgrywa dla gotowości bojowej walczących wojsk.

Gończkowska praca, jaką musieliśmy podjąć wszyscy w pierwszych latach odbudowy Polski, zrujnowanej gospodarczo i technicznie, ciągnął spadek waluty i całe okropne skutki, jakie spadek ten pociągał za sobą, nietylko nie wpłynęły dodatnio na odlewnie pod względem technicznym ich wyposażenia — większość urządzeń należało kupować u obcych płacąc mocną walutą — ale przeciwnie — upajanie się mniej przewidujących przemysłowców liczbami astronomicznymi pseudo-zarobków w markach polskich doprowadziło do tego, że zaczęły powstawać nowe odlewnie, bez zbadania konieczności gospodarczej i pojemności rynku, zakładane najczęściej przez ludzi, znających odlewnictwo ze słyszenia lub najwyżej z widzenia, w dodatku z czasów świetnej konjunktury przedwojennej. Odlewnie takie o urządzeniach, urągających najprymitywniejszym zasadom już nie technicznym, ale bezpieczeństwa publicznego, nie posiadając za sobą żadnej tradycji gospodarczej i technicznej, na których mogłyby oprzeć swoje poczynania, najczęściej bez odpowiedniego kierownictwa technicznego i handlowego, bez kapitału zakładowego, obrotowego i rezerw, opartych na trwałych podstawach, jedynie w imię fatalnego hasła polskiego: „jakoś to będzie — nie święci garnki lepią” — wychwytywały z rynków zamówienia po każdej cenie, opierając swoje oferty nie na ścisłych obliczeniach kosztu własnego, ale na gorzej lub lepiej zorganizowanym wywiadzie o cenach konkurencyjnych dawnych odlewni, posiadających zdolnych fachowych kalkulatorów. Wystarczyła wiadomość zdobyta drogą mniej lub więcej legalną, często fałszywa nawet lub świadomie fałszywie puszczona, ale obowiązkowo udzielona w sposób t. zw. poufny, że odlewnia pracująca z otówkiem w rękę oferowała dla tych czy innych powodów, choćby w czasie sezonu zimowego tylko dla „rozgrzania odlewni”, jakies swoje wyroby po ce-

nie X, nawet powtarzam umyślnie niskiej, aby nowopieczony przemysłowiec odlewniczy zbijał cenę wbrew zdrowej rachunkowości i ku niemałemu zdziwieniu orjentującego się w tem odbiorcy, o kilka lub kilkanaście nieraz punktów, rozumując, że jeżeli odlewnia, która ma u siebie zarząd, dyrektorów, kierowników, biura i t. d. oferowała taką cenę, to on, sam dyrektor, kierownik, kalkulator i akwizytor w jednej osobie, nie mając tak wysokich generalij, może nawet z dobrym zarobkiem sprzedać swoje wyroby po cenie znacznie niższej.

Taki odlewnik z Bożej łaski, genjusz do wszelkich interesów w czasie inflacji, nie tracący na niczem, zapędzający w kozi róg starych wytrawnych przemysłowców odlewniczych, nie rozumował, bo rozumowanie było mu obce, nie wiedział nawet, czy zamówienia w taki sposób zdobyte, będą się opłacały — obca mu była kalkulacja wstępna, a już zgółła zbędna — kalkulacja ostateczna — bo i poco zwracać sobie głowę jakąś tam kalkulacją — brał zamówienia na lewo i na prawo, cieszył się, że odlewnia jego pracuje, że on ledwie rozpoczął swoją karierę odlewniczą, już skutecznie bije stare rutynowane odlewnie i zabiera im z przed nosa zamówienia. Dopiero później narzekał i płakał, że traci... bo pieniąż spadał. Nie wczuwał się w istotę swych strat. W jego rozumowaniu nie on był winien, lecz czasy, płynność waluty, a więc była to wina tych, co owe czasy tworzyli, co przyczyniali się do dewaluacji pieniądza obiegowego. Stąd narzekania na zły los, na zabijanie inicjatywy (?) — słowem na wszystkich i na wszystko, ale nie na bezplanowość i niefachowość własną.

Takim i podobnym przemysłowcom odlewniczym w dużej mierze przypisać należy dzisiejszą dezorganizację rynku odlewniczego.

Cóż miały robić przy podobnych poczynaniach odlewnie, pracujące z ołówkiem w ręku?

Jedne z kierownictwem przewidującym, o mocnych nerwach, nie chciały konkurować z podobnego rodzaju „fachowcami” i zamiast dewaluować swoje rezerwy, swoją pracę, uzbrajały się w nowoczesne urządzenia techniczne, umożliwiające im pracować naprawdę tanio i dawać dobre wyroby. Przyjmowały zlecenia tylko takie, które jako tako im się opłacały, ograniczając w ten sposób dobrowolnie swoją produkcję, ufne jednak, że stosunki w miarę krzepnięcia politycznego i gospodarczego kraju muszą się ustabilizować i że odlewnie bezkalkulacyjne odpadną, co się stać musiało i stało.

Profesor akademii górniczej w Krakowie *Jerzy Buzek* w trzynomowej pracy swej p. t. „Odlewnictwo” określił ilość odlewni rozrzuconych po całym kraju w r. 1928 na 519.

Główny Urząd Statystyczny podaje ilość odlewni czynnych w 1929 roku już tylko na 338.

W liczbie odlewni, podanych przez prof. *Buzka* mieściły się odlewnie, których roczna produkcja wynosiła od 1,7 do 15 t, a kapitał zakładowy częstość nie przewyższał zł 1000.

Przytoczone wyżej ilości odlewni zostały skontrolowane i następnie podane w odczycie, wygłoszonym na II Zjeździe Odlewników Polskich w 1933 r. przez prof. Politechniki Warszawskiej *K. Gierdziewskiego* i naogół pokryły się z niemi.

Odlewnie te, jak już wspomniałem, zakładane przez genjuszy inflacyjnych, po odegraniu smutnej roli dezorganizacji rynku, niesławnie zakończyły swój żywot, co zresztą przewidywali w swych poczynaniach rozumni odlewnicy.

Odlewnie więc o zdrowych podstawach zastosowały może z wielkim wysiłkiem, jednak najlepszą politykę gospodarczą uzbrajania technicznego — utrzymały się na rynku, zdobywając go ponownie w miarę wymagań innych działów przemysłu przetwórczego metalowego, które rosły i rosą prawie z dnia na dzień.

Co jednak robiły w owym czasie przedsiębiorstwa odlewnicze, które były mniej przewidujące, nie rozumiejące doniosłości wyposażania odlewni w sprzęt nowoczesny?

Jedne zrezygnowały z przyjmowania postronnych zamówień na odlewy, zatraciły swój charakter zarobkowy, a przeszły na produkcję wewnętrzną. Niebawem jednak spostrzegły, że odlewanie wyłącznie na własny użytek podnosi koszt własny odlewu, a z nim i zwyczaję cen na inne wyroby wytwórni. Stały wobec bardzo ciężkiego zadania i wegetują po dzień dzisiejszy, ustąpiwszy dobrowolnie ze stanowiska pierwszorzędných wytwórni w okresie przedwojennym.

Wreszcie jeszcze inne odlewnie, zwłaszcza handlowe, które ze wszystkich odlewni żeliwa stoją na najniższym stopniu uzbrojenia technicznego, dały się unieść prądowi, popłynęły z nim i... ugrzęzły w bagnie. Rozpoczęły niezdrową rywalizację, której skutki okazały się dla niektórych wprost zabójcze.

Nadszedł wreszcie czas, niecierpliwie oczekiwany przez wszystkich — stabilizacji naszego pieniądza, a z nią i normalnej gospodarki. Wtedy skutki rabunkowego wychwytywania zamówień na odlewy nie dały na siebie długo czekać... Odlewnie zaczęły się chwiać i padać...

Miałem możność bliższego przyjrzenia się jednej powojennej odlewni — „ofiary” stabilizacji naszych poczynani gospodarczych. Odlewnia ta, posiadająca z całego sprzętu odlewniczego tylko własnego wyrobu żeliwiak wydajności około 1000 kg płynnego żeliwa i pewną ilość skrzyń formierskich, poza tem żadnych innych urządzeń, konkurowała z brawurą z odlewniami, pracującymi ostrożnie i wyposażonymi w urządzenia mechanizujące pracę. Odlewnia ta, w okresie stabilizacyjnym egzaminu nie zdała i niesławnie przeszła do historii.

Ale i inne odlewnie, które weszły na śliską drogę bezkrytycznej konkurencji w okresie spadku waluty, zwłaszcza odlewnie, które nie uznawały konieczności uzbrajania się w nowoczesne maszyny formierskie i inny sprzęt, który nie tylko obniża koszty wytwórcze, ale umożliwia wykonywanie odlewów lepszej jakości, znalazły się w ciężkim położeniu. Zaczęły one czynić wysiłki ku utrzymaniu się na powierzchni życia nie przez unowocześnianie swych urządzeń i metod pracy, a rozpoczęły pielgrzymki od urzędu do urzędu, od banku do banku i dziś — albo zmuszone zostały dobrowolnie (wskutek niemożności otrzymywania rentownych zamówień) zawieść swoje czymość, albo wobec braku środków obrotowych, przyjąć w takiej czy innej formie pomoc udziałowca, zmniejszając w ten sposób swój

stan posiadania, albo też wreszcie, ratując się od ostatecznej ruiny, uciec się pod nadzór sądowy. Ratunek bardzo wątpliwy.

Są i takie odlewnie, które wobec klęski grożącej im wskutek złego zrozumienia zagadnień odlewniczych, oddały się w niewolę kapitału obcego, wyzbywając się dobrowolnie części posiadania na rzecz obcych.

Skutki owej walki konkurencyjnej z okresu inflacyjnego o zdobywanie za wszelką cenę odbiorców dają się odczuwać i dziś jeszcze. Większość czynnych odlewni nie wyciągnęła nauki z upadku czy zachwiania się odlewni konkurencyjnych — przeciwnie — odnosi się wrażenie, że pozostałe odlewnie rade są, iż ubył jeden czy drugi konkurent. Zapominają w radości swej o łaciński przysłowiu: hodie mihi, cras tibi. Walka konkurencyjna przez proste zbijanie cen wre w dalszym ciągu i na całej linii, ceny odlewów są w dalszym ciągu obniżane, częstokroć bez żadnych uzasadnionych przyczyn pomimo, że są i tak bardzo niskie.

Okres powojenny wytworzył u nas nowe, niezmiernie ciekawe warunki pracy odlewni, bynajmniej nie wpływające na rozwój nawet odlewni mocnych.

Huty żelazne, a właściwie ich organizacje handlowe, próbowały przez pewien czas przelicytowywać przy zdobywaniu odbiorców rozmaite odlewnie. Udzielano szerokich kredytów, nie wnikając ani w siłę płatniczą odbiorcy, ani w jego gospodarowanie otrzymanym na kredyt surowcem. Dawano prawie tyle, ile chciał wziąć.

Upadek źle gospodarujących odlewni pociągnął za sobą straty hut w formie nieściągalnych rachunków otwartych lub weksli zaprotestowanych.

Chcąc zabezpieczyć się od podobnych niespodzianek na przyszłość i zrozumiawszy swój błąd, organizacje handlowe hut złączyły się w jedną, która zaczęła stosować początkowo względem wszystkich odlewni daleko idące i ostre ograniczenia kredytowe, dziś nieco złagodzone. Uzdrowiono w ten sposób poniekąd rynek, jednak początkowe warunki były niezmiernie ciężkie, powtarzam, nawet dla mocnych odlewni.

Zarządy hut posunęły się jednak dalej jeszcze w swej polityce gospodarczej i albo same pozakładały odlewnie, albo wzięły w administracje odlewnie zachwiane.

I tu wytworzył się ciekawy objaw gospodarczy: huty, które będąc jedynymi dostawcami surowego żelaza dla odlewni, wbrew swym intencjom, przez początkowo zbyt szerokie dawanie ulg kredytowych słabym odlewniom, pozwalały niejako dezorganizować rynek odlewniczy przez zbijanie cen, rozpoczęły same konkurować ze swymi odbiorcami, nie licząc się ani z żywotnymi interesami swych odbiorców, ani z pojemnością rynku. Objaw bardzo ciekawy dla badacza rozwojowych dróg naszego życia gospodarczego.

Oczywiście — hutom nikt nie może zabronić uruchomienia u siebie odlewni żeliwa. Rzecz inna, czy konkurowanie ze swymi odbiorcami nie godzi w zdrowe podstawy gospodarcze. Huty, jako jednostki przemysłowe bardzo duże, o zakreślonym programie pracy, powinny wszechstronnie rozważyć pytanie, czy uzdrowiwszy jako tako rynek dzięki cen-

tralnej organizacji sprzedaży surowki, lepiej posiadać odbiorców hurtowych zdrowych finansowo, czy też przez sprzedaż owej surowki w postaci odlewów, a więc w detalu, rozmaitym często niepewnym odbiorcom, rywalizować nie tylko między sobą, ale i ze swymi hurtowymi odbiorcami-odlewniami i przez to ich osłabiać.

Obie organizacje hutnicze — sprzedaży surowki i kierownictwa odlewni hutniczych powinny uzgodnić swoje poczynania.

Jako odlewnikowi wolno mi powiedzieć jedno: huty powinny zadowolić się wyłącznie wytwarzaniem surowki odlewniczej, pozostawiając jej przetwarzanie na odlewy wytwórniom do tego powołanym, swoje zaś własne odlewnie mieć wyłącznie na własny użytek.

Okres powojenny wytworzył dla odlewni jeszcze jedno poważne zagadnienie, którym jest brak wykwalifikowanych rzemieślników formierzy i modelarzy. Czas wojny porobił szczyby w szeregach tych pracowników, nie dając żadnego prawie przyrostu. Stąd nowa przyczyna rywalizacji odlewni, wyrażająca się w przechodzeniu rzemieślników do odlewni, płacącej wyższe stawki, co powodowało fermenty wśród pozostałych pracowników w innych odlewniach. Kroniki Polskiego Związku Przemysłowców Metalowych mogą o tem dużo powiedzieć.

Owo przeciąganie rzemieślników uprawiały odlewnie nowe. One też przyczyniły się walcnie do zatargów, które powstawały i powstają jeszcze w niektórych ośrodkach przemysłowych między zarządami odlewni dawnych i ich pracownikami.

I znowu jesteśmy świadkami ciekawego zjawiska: z jednej strony rozpoczyna się wzrost robocizny, jako następstwo braku dobrych formierzy i modelarzy, z drugiej — wyżka i pewnego rodzaju usztywnienie cen surowca odlewniczego, obostrzenie warunków jego sprzedaży wskutek uzgodnienia polityki sprzedażnej przez handlowe organizacje hut — wynikiem zaś tego jest dalsza walka odlewni o rynki zbytu ze wszelkimi jej następstwami, a więc dalszym obniżaniem i tak już niskich cen.

Nie mniej ciekawy wpływ na rozwój naszego odlewnictwa powojennego wywiera zamknięcie rynków rosyjskich.

Bardziej przedsiębiorczy właściciele odlewni, posiadający dużo inicjatywy, chcąc utrzymać warsztat swej pracy na właściwym poziomie, zaczęli wprowadzać na rynek polski, po rozejrzeniu się na zachodnich rynkach, nowe artykuły, dotąd sprowadzane z zagranicy. Czynili i czynią to z wielkim niejednokrotnie nakładem pracy, kosztów i reklamy.

Gdy tylko odlewnicy owi zdołają się uporać z technicznymi trudnościami u siebie, gdy zdołają przekonać odbiorców, że towar przez nich wytwarzany w niczem nie ustępuje zagranicznemu, gdy mogą już spodziewać się owoców swej pracy, wtedy zjawia się odlewnia, która bez żadnych skrupułów wstępuje w ślady odlewni bardziej przedsiębiorczej, idzie po wydeptanych przez nią ścieżkach, korzysta z jej inicjatywy i zaczyna produkować ten sam artykuł, oczywiście bez pracy i nakładu kapitału, obniża ceny i w wyniku psuje rynek, sama nie zarabia i pozbawia zarobków inicjatorów. Przedewszystkiem zaś rozpoczyna swą kłusowniczą działalność

od przeciągania wykwalifikowanych i zaprawionych już robotników.

Odlewnia taka w bezkrytycznym naśladownictwie nie wie nawet, bo wiedzieć prawdopodobnie nie chce, że w odlewnictwie jest jeszcze cały szereg artykułów, nie wytwarzanych w Polsce, które mogłaby chociaż w części wprowadzić na nasze rynki z pożytkiem dla kraju i dla siebie, — nie chce jednak tego robić, bo albo nie śledzi rozwoju odlewnictwa, albo czeka, aż znajdzie się znowu energiczniejszy kolega czy konkurent, który pokona trudności rynku, a ona pójdzie w jego ślady nie po to, aby zarabiać, ale żeby psuć.

Zły stan naszego odlewnictwa, pomimo pełnego zatrudnienia (np. w 1928 r. odlewnie żeliwa pracowały pełną parą, a zarobek okazał się w większości wypadków bardzo niski, co w całej rozciągłości potwierdziło sprawozdanie Rady Polskiego Związku Przemysłowców Metalowych) będzie trwał dopóty, dopóki właściciele odlewni nie zrozumieją swoich błędów i nie stworzą organizacji silnej handlowo i technicznie, wspólnej dla wszystkich odlewni. Brak tych organizacji, a właściwie nie popieranie istniejących, sprowadzać będzie nadal życie odlewni do roli kopciuszka.

Przez stworzenie silnej organizacji handlowej dąłoby się uzdrowić rynek, zahamować często bezmyślną i bezkrytyczną konkurencję, uniknąć strat i zapewnić odlewniom godziwy zysk, wreszcie przez odkładanie pewnych rezerw z zysku na inwestycje, umożliwić techniczny rozwój odlewni.

Prof. J. Buzek w odczynie wygłoszonym na Zjeździe Odlewników w październiku 1928 r. wskazał, że rozwój życia gospodarczego w naszym Państwie podniesie produkcję odlewów do wysokości 400 000 t, przy której znajdzie zatrudnienie 0,5% ludności i której wartość wyniesie może 10% całego budżetu polskiego. W tych paru liczbach odzwierciedla się wyraźnie wielkie znaczenie odlewnictwa.

Rolę odlewnictwa w przemyśle przetwórczym metalowym uznała i nauka, która rozpoczęła badania jakości odlewów. Analiza chemiczna, połączona z badaniami mikroskopowymi, wyprowadziła odlewnictwo z bezdroży eksperymentowania i dała wskazania, jakimi ścieżkami kroczyć ma ku osiągnięciu swego rozwoju technicznego. Na czele odlewni stanęli ludzie o specjalnym wyższym wykształceniu, a majstrowie, odpowiednio przygotowani, zajęli to zaszczytne miejsce, jakie im się należało, to znaczy sprawowanie uniejętnej nadzoru nad wykonywaniem robót formierskich i przestrzeganiem porządku.

W uprzemysłowionych krajach zachodnich rozumiano, że praca techniczna i jakość odlewów w dobrze zorganizowanej odlewni musi iść w parze z najdokładniej prowadzoną rachunkowością i księgowością, które ujmują należycie wszystkie liczby, potrzebne do zestawienia kosztów własnych oraz oznaczenia ceny sprzedażnej.

I tę część odlewnictwa objęła nauka o gospodarstwie ruchu przedsiębiorstw, dając wytyczne, którym odlewnie kierować się powinny i muszą. Nauka wykazała jasno, że powierzchowna kalkulacja, nie oparta na ścisłej rachunkowości, musi wcześniej czy później doprowadzić odlewnie do upadku.

Właściciel przedsiębiorstwa ma prawo żądać od odlewni, aby przynosiła mu zyski od włożonego kapitału oraz dawała wynagrodzenie za jego pracę, jeżeli sam bierze udział w kierownictwie, odlewnia jednak, jak każde przedsiębiorstwo, ma prawo do rozwoju i życia. Odlewnia, dzięki swej pracy, powinna zarobić na swoje utrzymanie, na amortyzację włożonego w nią kapitału, na ubezpieczenie od złego stanu rynku, oraz na swe doskonalenie, tworząc odpowiednie rezerwy z zysku, który w znaczeniu gospodarczym jest własnością odlewni, a nie jej właściciela czy naczelnego kierownictwa całych zakładów.

W ostatnich czasach zajęły się też przedsiębiorstwami i rentownością ich izby przemysłowo-handlowe, szczególnie Izba Warszawska, która stwierdziła fakt niezaprzeczalny, że poprawa i dostosowanie do nowych warunków mogą być osiągnięte przez zastosowanie racjonalizacji, opartej na ustaleniu właściwego programu produkcji i wymiany oraz na usuwaniu marnotrawstwa materiałów, energii, czasu, sił i kapitału.

Warszawska Izba Przemysłowo-Handlowa stwierdziła, że racjonalizacja obniża koszty administracji i produkcji, zwiększa zyskowność przedsiębiorstwa, obniża ceny, podwyższa wynagrodzenie za pracę — tym sposobem przyczynia się do znacznego zwiększenia spożycia i produkcji, prowadząc życie gospodarcze do pomyślności. Zarazem racjonalizacja skraca okres trwania produkcji i wymiany, przyczyniając się do znacznego zmniejszenia kapitałów obrotowych w przedsiębiorstwach i do ograniczenia potrzeb kredytu.

Na zakończenie nie mogą pominąć milczeniem roli, jaką musi odegrać odlewnictwo dla obrony państwa.

Znaczenie to uwypuklił rzeczowo i jasno w jednym ze swoich odczytów niestrudzony pionier naukowego ujmowania zagadnień tego działu przemysłu rodzimego, inż. K. Gierdziejewski, który wyznaczył zadania zaopatrywania wojska we właściwy sprzęt bojowy — odlewniom handlowym, pozostawiając odlewniom maszynowym bardzo ważną pracę instruktorską.

Jednakże zaopatrywanie wojska przez odlewnie handlowe, pozbawione w olbrzymiej większości najniezbędniejszego sprzętu odlewniczego, przestarzałe pod względem urządzenia technicznego następczałoby w razie potrzeby trudności nie łatwe do pokonania. Jedynie odlewnie maszynowe, którym prof. K. Gierdziejewski wyznaczył rolę instruktorską, są jako tako zaopatrzone w nowoczesny aparat produkcyjny.

Co jednak zrobić będą mogli najlepsi instruktorzy, gdy nie będzie materiału do instruowania. Robotnik nasz jest dobry, zdolny, patriotycznie usposobiony, nie robi jednak nic, albo prawie nic, jeżeli nie będzie miał narzędzi do wykonywania pracy.

Spójrzmy na sąsiadów naszych z zachodu i wschodu — tam wszystko jest już przygotowane, zadania i miejsca pracy wyznaczone. Pamiętajmy o losie Abisynji i powtarzajmy sobie przy każdej sposobności wieczór i rano: si vis pacem para bellum.

Inż. S. AMBROŻEWICZ i inż. R. SZYMANDERSKI.

621 . 74 . 2/4 . 00 . 23

Przemysł pomocniczy dla odlewni polskich

Różnorodność i obfitość materiału, obejmującego przemysł pomocniczy dla odlewni, nie pozwala na szczegółowe i wszechstronne omówienie tego zagadnienia w ramach niniejszego artykułu. Ograniczymy się przeto do krótkiego zobrazowania przemysłu pomocniczego dla odlewni z punktu widzenia konieczności jego rozwoju i znaczenia gospodarczego. Na podstawie przybliżonego wyliczenia wykażemy, że poszczególne pozycje materiałów pomocniczych, przedstawiające w kalkulacji każdej odlewni sumy dość drobne, posiadają w całym odlewnictwie polskim łączną wartość, na którą należy zwrócić większą uwagę.

Przechodząc do poszczególnych materiałów zajmujemy się przedewszystkiem zagadnieniem piasków formierskich, które ze względu na swoje przeznaczenie w odlewnictwie, zajmują dominujące miejsce w szeregu materiałów pomocniczych. W jak wielkiem jednak zaniedbaniu znajduje się u nas sprawa piasków formierskich świadczy fakt sprowadzania przez niektóre odlewnie w Polsce tego materiału z zagranicy, mimo, iż przewóz przewyższa niewspółmiernie jego wartość. Sprowadzamy zaś nie dlatego, że wysokich gatunków piasku formierskiego w kraju nie posiadamy, lecz dlatego, że u nas ich nie szukamy i nie eksploatujemy. Jeżeli z przybliżonego wyliczenia przyjmiemy, że spożycie piasków formierskich wynosi około 59% wyprodukowanych odlewów, to na łączną produkcję w odlewnictwie polskim z roku 1935, wynoszącą około 110 000 tonn odlewów żeliwnych, spożycie piasków formierskich osiągnie liczbę ok. 65 000 tonn, biorąc zaś pod uwagę średnią cenę 7 zł za tonnę loco fabryka, koszt spożytych piasków formierskich wyniósł w roku 1935 około zł. 450 000. Suma ta oczywiście znacznie wzrośnie, gdy dodamy do niej rozchód piasków formierskich w odlewniach staliwa i metaliwa. Cyfra ta powinna zachęcić i zainteresować do racjonalnego i fachowego poszukiwania i eksploataowania tego materiału na szeroka skalę, przy udziale i pomocy naszych instytucyj naukowych. Należałoby jednocześnie uwzględnić zmianę istniejących taryf przewozowych, biorąc pod uwagę przewóz rocznie przeszło 3 000 wagonów piasków formierskich, gdyż przy dzisiejszych stawkach taryfowych przewóz na dalsze odległości przewyższy kilkakrotnie wartość materiału.

Drugim skolei materiałem pomocniczym, spożywanym masowo w odlewnictwie, jest grafit. Nie posiadając własnych pokładów w kraju, siłą rzeczy musimy sprowadzać grafit z zagranicy. Aby to zło konieczne zredukować do minimum, należałoby położyć nacisk na produkcję i uszlachetnienie grafitu w kraju, sprowadzając z zagranicy tylko surowce. Biorąc pod uwagę, że spożycie grafitu wynosi w przybliżeniu w odlewnictwie żeliwnem około 0,5% w stosunku do wyprodukowanego kilograma czystego odlewu, przy produkcji ogólnej, wynoszącej w roku 1935 w odlewniach żeliwnych około 110 000 tonn, rozchód tego materiału wyniesie około

550 000 kilogramów, zaś koszt jego około 275 000 zł. Należy zatem z całym uznaniem powitać inicjatywę jednej z firm krajowych, która przystąpiła do przeróbki surowców austriackich i czeskich dając materiał wysokiej jakości po cenach niższych w stosunku do sprowadzanego już uszlachetnionego grafitu z zagranicy. Poza spożyciem grafitu w odlewniach dla celów formierskich, używamy w dużych ilościach grafitu w postaci tygli grafitowych, służących do przelapiania metali. Jak przedstawia się w świetle cyfr zapotrzebowanie na tygle grafitowe niechaj posłuży fakt, że wg Głównego Urzędu Statystycznego sprowadzono do kraju w roku 1935 tygli grafitowych za sumę zł. 328 000. Z powyższego wynika, że mógłby u nas powstać dość poważny przemysł, zaspokajający potrzeby grafitów w odlewniach polskich.

Z działu drobnego przemysłu pomocniczego należy wymienić modelarstwo. Modelarstwo rozdzielamy na dwa działy, a mianowicie, modelarstwo metalowe i drzewne. Dział modelarstwa metalowego w dzisiejszym stanie nie może sprostać wymaganiom tych odlewni, które ze względu na konieczność masowej produkcji, lub na wymaganą dokładność wykonywanych odlewów stają przed zagadnieniem konieczności zaopatrzenia się w modele metalowe. Już samo wyszukanie odpowiedniego warsztatu, zajmującego się produkcją modeli metalowych, nastrocza zainteresowanemu wiele trudności, przyczem warsztaty wykonywające modele metalowe najczęściej nie potrafią wywiązać się należycie z włożonych nań zadań. Dział ten wraz z postępem odlewnictwa i masowej produkcji powinien się jak najszybciej rozwinąć, aby sprostać wymaganiom odlewnictwa polskiego.

Dział modelarstwa drzewnego również nie stoi u nas na wysokości zadania, bowiem temu działowi przemysłu nie poświęcają się ludzie odpowiednio wykwalifikowani, tak pod względem technicznym, jak i fachowym, a warsztaty istniejące nie doceniają i nie zawsze rozumieją, jak doniosłe znaczenie w odlewnictwie odgrywają racjonalnie wykonane modele. Modelarnie drzewne najczęściej nie są w bezpośrednim kontakcie z odlewniami, lecz z odbiorcami odlewni, którzy ze swej strony kładą główny nacisk na taniość modeli, lecz nie na ich jakość. W tym wypadku odlewnie otrzymując tanie i źle wykonane modele narażają się na szybkie ich zniszczenie, a nieraz źle wykonane modele uniemożliwiają dobre wykonanie odlewu. Jedynym wyjściem z tej sytuacji byłoby stawianie warunków odbiorcom odlewni wykonywania odlewów tylko z tych modeli, które odlewnie zakwalifikują jako dobre i solidnie wykonane, niemniej również odbiorcy odlewni winni stawiać ostrzejsze wymagania co do jakości zamawianych modeli. Odlewnictwo polskie z dużą ulgą powitałoby placówki racjonalnego i fachowego wykonywania modeli metalowych i drewnianych.

Przechodząc skolei do omówienia zagadnień narzędzi formierskich musimy niestety i w tej dzie-

dzinie stwierdzić kompletne zaniedbanie, jakie przejawia się u nas niemal w całej produkcji przemysłu pomocniczego dla odlewni. Przeglądając katalogi zagraniczne narzędzi formierskich jesteśmy zdziwieni prymitywnością narzędzi, jakimi posługują się nasi formierze. Zrozumiałe jest, że dobry i konieczny zespół narzędzi ułatwia formierzowi pracę, jak również w znacznym stopniu podnosi wydajność tej pracy. Formierze nasi przeważnie posiadają się narzędziami własnymi, a nie znajdując na rynku tanich i odpowiednich narzędzi, używają zupełnie prymitywnych. Jest to sprawa niemniej nagląca i należałoby, aby Grupa Odlewni, w tym wypadku najbardziej powołana, zajęła się opracowaniem pewnego zespołu narzędzi formierskich, zaś wykonanie powierzyła Grupie Narzędzi przy P. Z. P. M.

Ta sama potrzeba opracowania wzorowych typów przez Grupę Odlewni nasuwa się przy wyrobieniu wideł, kadzi ręcznych i dźwigowych. W większości wypadków, chcąc zaopatrzyć się w każdą lub widły, należy zazwyczaj do zamówienia dołączać ściśły rysunek, a często i cały szereg objaśnień, dotyczących wykonania, wobec braku odpowiednich przygotowanych warsztatów na powyższe artykuły, gdy tymczasem zagranicą istnieje cały szereg firm produkujących te przedmioty.

Przemysł wytwórczy maszyn formierskich, maszyn do przerobu ziemi, oczyszczania odlewów i suszarni, pomimo, że nie może liczyć na zbyt wielkie zapotrzebowanie ze względu na wciąż trwający kryzys, a tem samem na słabe inwestowanie się odlewni, tem niemniej powinien dorównywać postępowi zagranicy w tym kierunku, która niestety wyprzedza nas znacznie. Nic więc dziwnego, że niektóre odlewnie, inwestując się, pragną mieć maszyny i urządzenia, będące ostatnim wyrazem techniki, a nie mając ich na miejscu zmuszone są kupować je zagranicą. Pomimo naogół małych inwestycji, odlewnie polskie wg Głównego Urzędu Statystycznego zdołały sprowadzić z zagranicy w roku 1935 maszyn formierskich na sumę zł. 32 000, narzędzi pneumatycznych, ścinaków i ubijaków na sumę zł. 138 000, suszarni na sumę zł. 86 000, młynków kulowych, gwintowników i dezintegratorów na sumę zł. 149 000, co w sumie ogólnej stanowi zł. 405 000.

Jest to suma poważna, która zniknęła z naszego rynku niepotrzebnie, jedynie z konieczności uciekania się do obcych zdobyczy techniki. Należy zwrócić uwagę na ten szczegół, że niejednokrotnie niechęć do inwestowania się w ogóle podyktowana jest niedostateczną umiejętnością posilkiwania się daną maszyną, a zatem niewykorzystaniem jej w należy-tym stopniu.

Wreszcie do drobnych artykułów dla odlewni, wyrabianych przeważnie w kraju, chociaż niezawsze dostatecznej jakości, zaliczyć należy podpórki, gwoździe cynowane, szpilki, chłodniki i t. p. Niedostateczna jakość podpórek krajowych doniedawna zmuszała tych, którzy chcieli mieć materiał bezwzględnie pewny, do sprowadzania ich z zagranicy. Pomijając wadliwą konstrukcję krajowych podpórek, główną przyczyną ich nikłej wartości była zbyt duża zawartość ołowiu, przekracza-

jąca częstokroć 50%, co w konsekwencji narażało odlewnie na b. znaczne straty, zmuszające tem samem do sprowadzania podpórek z zagranicy. Sytuacja jednak w ostatnich czasach uległa znacznej poprawie, gdyż pojawiły się na rynku podpórki i gwoździe krajowej produkcji, nie ustępujące jakością zagranicznym. W szczegółowej kalkulacji są to pozornie pozycje dość drobne jednak w sumie ogólnej przy zeszlórocznej produkcji przewyższały kwotę 250 000 zł.

W powyższym zestawieniu pominięto dużo artykułów pomocniczych ze względu na to, że zapotrzebowanie na te artykuły nie jest współmierne z kosztem inwestycji, niezbędnych do ich produkcji (elektrody grafitowe dla pieców elektrycznych i inne artykuły).

Reasumując powyższe stwierdzić należy, że przemysł pomocniczy dla odlewni polskich aczkolwiek, jak z wyżej podanych wyliczeń wynika, pochłania do 2 000 000 zł., niezupełnie stoi na wysokości swego zadania i nie zawsze jakościowo odpowiada technicznym wymaganiom naszych odlewni, na czem w pierwszym rzędzie cierpi odlewnictwo polskie, a z niem ściśle związany cały przemysł metalowy. Przy odpowiednim natomiast rozwoju przemysł pomocniczy mógłby stanowić poważną placówkę gospodarczą w kraju.

NOWE WYDAWNICTWA*)

Perun. Sp. Akc. Cięcie mechaniczne zapomocą tlenu. Treść Koszt cięcia. 2. Dokładność cięcia tlenem. 3. Właściwości metalu po cięciu. Maszyny do cięcia typu Oxytom. Oxytom I, II. Maszyna Peruna do cięcia bloków. (str. 38, rys. 22) 1936. zł. 0.70

„*Perun*“, *Sp. Akc.* Powlekanie części maszyn i narzędzi twardymi metalami odpornymi na zużycie zapomocą napawania acetylenowo-tlenowego. Treść. 1. Wstęp. 2. Metody napawania. 3. Metale stosowane przy napawaniu. 4. Stellit. 5. Przykłady zastosowań napawania. Narzędzia rolnicze. Maszyny i narzędzia do robót ziemnych i wodnych. Narzędzia Wiertnicze. Narzędzia i urządzenia w przemyśle górniczo-hutniczych, koksowniach, cementowniach etc. Narzędzia do obróbki. Części maszyn. Konserwacja nawierzchni kolejowych. Streszczenie. (str. 118, rys. 120) 1935. zł. 1.50

Wiadomości Instytutu Metalurgji i Metaloznawstwa oraz Zakładu Metalurgji i Metaloznawstwa Politechniki Warszawskiej. Rok 1, Nr. 1, grudzień 1934. Treść. *Beckerówna, Z.* Szybkość krystalizacji aluminium i złota. *Jabłońska, H.* Szybkość krystalizacji cyny. *Makowska, I.* Szybkość krystalizacji ołowiu i jego stopu z rtęcią. *Przegaliński, S.* Punkty przełomowe konstrukcyjnych stali chromoniklowych. *Feldman, I.* Diagram rekrytalizacji magnezu. *Lilienthal, A. T.* Badanie linowej szybkości krystalizacji wody. (str. 26). 1934. zł. 6.—

— Rok 2, Nr. 1, grudzień 1935. *Czochralski, J. i Miarga, T.* Wykres rekrytalizacji kadmu. *Welter, G. i Danielecki, S.* Udarność żelaza „armco“, stali węglowej i cynku w zależności od temperatury i wielkości kryształów. *Czochralski, J. i Milej, J.* Wpływ zanieczyszczeń i obróbki termicznej na korozję stali używanej do wyrobu sprawdzianów. *Welter, G. i Oknowski, L.* Wpływ szybkości rozciągania na własności wytrzymałościowe magnezu, cynku i żelaza „armco“ o różnych wielkościach kryształów. *Czochralski, J. i Bukowski, Z.* Odtlenianie mosiądzów i bronzów. *Czochralski, J.* Metoda ilościowego oznaczania wtrąceń niemetalicznych. *Welter, G.* O nierealnym pojęciu górnej i dolnej granicy płynności oraz wytrzymałości na rozciąganie stali miękkiej i innych metali. (str. 38). 1935. zł. 6.—

*) Wszystkie wymienione wydawnictwa są do nabycia w „Księgarni Technicznej“ w Warszawie, Czackiego 35/.

Zagadnienie żeliwa wysokowartościowego

Zeliwo o wysokich własnościach mechanicznych posiada budowę perlityczną, a wydzielony grafit jest w stanie rozdrobnionym.

Już w końcu zeszłego stulecia stwierdzono, że obniżenie zawartości węgla w tworzywie decyduje o lepszej jakości żeliwa. Wówczas nie znano jeszcze metalografii, a opierano się na wyglądzie złomu i analizie chemicznej.

Dopiero wiek XX, wraz z rozwojem metalografii, delintrywnie określił strukturę tworzywa, przy której żeliwo staje się wysokowartościowe.

Odlewy z tego rodzaju żeliwa interesują nas przede wszystkim jako materiał konstrukcyjny do budowy maszyn i narzędzi oraz jako materiał zastępczy zamiast stali, zarówno dla celów pokojowych, jak i wojennych — na wszelkiego rodzaju pociski. Ta ostatnia sprawa musi być dobrze prześlana, aby na wypadek wojny można było tego rodzaju odlewy wytwarzać w każdej polskiej odlewni.

Interesując się odlewami wysokowartościowymi, musimy postawić sobie pytanie, co nazywamy odlewami wysokowartościowymi i od czego zależy ich wyższa jakość.

Odpowiedź na to pytanie jest krótka: budowa żeliwa wysokowartościowego musi posiadać tło perlityczne i specjalny układ grafitu.

Spotykamy się wszędzie z żeliwem o bardzo dużej rozpiętości własności technologicznych materiału: wytrzymałość na zerwanie waha się od 9 do 40 kg/mm², — na gięcie od 22 do 80 kg/mm², — na ściskanie od 40 do 130 kg/mm².

Tu znowu nasuwa się pytanie, jakie czynniki natury chemicznej lub fizycznej wpływają na tak wielkie różnice własności technologicznych odlewu.

Powyższe własności uzależnione są:

- 1) Od składu chemicznego żeliwa, a więc od zawartości C, Si, Mn, P, S, które różnie wpływają na własności mechaniczne odlanego przedmiotu, jak również od gazów, rozpuszczonych w żeliwie.
- 2) Od temperatury przegrzania żeliwa.
- 3) Od szybkości topienia wsadu i czasu styczności metalu z koksem i gazami.
- 4) Od powierzchni wsadu, przypadającej na jednostkę ciężarową.
- 5) Od ilości i własności koksu.
- 6) Od ciśnienia i ilości wdmuchiwanego powietrza.
- 7) Od formy i wielkości odlewu.

Rozpatrzmy obecnie główne czynniki.

Budowa surówki szarej w ogólnych zarysach ma te same składniki, co zwykła stal, z tą różnicą, że masa metaliczna zasadniczo zawiera elementarny węgiel-grafit w postaci płatków gęsto rozsianych.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że przeciętna zawartość grafitu w odlewie równa się 3%, co odpowiada 11% objętościowo, to łatwo można sobie wyobrazić, jak ogromne znaczenie posiada grafit,

który powinien znajdować się pod taką postacią, aby nie zmniejszać ścisłości masy metalicznej.

Grafit wydziela się bezpośrednio ze stopu ciekłego; jak w każdym zjawisku krystalizacyjnym muszą powstawać pewne ośrodki czyli ziarna krystaliczne, które stopniowo narastają. Ilość zarodków krystalicznych i szybkość krystalizacji — są to dwa czynniki, które mają dominujący wpływ na formę i ilość wydzielonego grafitu.

Jeśli w surówce, podczas krzepnięcia eutektyki grafitowej, wobec sprzyjającego składu chemicznego i odpowiednich warunków ostygnięcia tworzą się w krótkim przeciągu czasu duże ilości zarodków krystalicznych, następuje wogóle wydzielenie grafitu w drobnej formie. Płatki grafitowe mogą o tyle więcej wrosnąć, o ile więcej węgla zawierał stop.

Opóźnione tworzenie się zaczątków ziarn krystalicznych, szybkie chłodzenie i niska zawartość węgla powodują również wydzielenie grafitu w niewielkich ilościach w postaci drobnego rozproszenia.

Jeżeli podczas przetopu szarej surówki pozostają w ciekłym stopie resztki grafitowe, stanowią one podczas krzepnięcia eutektyki grafitowej zaczątki ziarn krystalicznych. Ze względu na to, że ziarna te mogą narastać przedtem, nim wytworzą się w stopie ciekłym nowe ośrodki krystalizacyjne w dużej ilości, krystalizacja grafitu uzależniona jest w rzeczywistości od niewielkiej ilości ziarn poprzednio już istniejących, które powodują tworzenie się grubych płatków grafitowych.

Tej mało pożądanej formy grafitu da się najpewniej uniknąć przez przegrzanie ciekłego żeliwa, wówczas resztki grafitu całkowicie przejdą do roztworu. Wystarczy przegrzanie od 1400 do 1500°C.

Praktycznie biorąc, żeliwo o wysokich własnościach technologicznych otrzymujemy:

- 1) Przez odpowiedni dobór wsadu,
- 2) „ rozdrobnienie grafitu,
- 3) „ zmniejszenie ogólnej zawartości węgla,
- 4) „ rafinację żeliwa.

Każdy z wyżej podanych punktów dąży do otrzymania żeliwa o wysokich własnościach mechanicznych, chociaż struktura może być różna.

Rozpatrzmy bliżej te punkty, rozpoczynając od odpowiedniego doboru wsadu. Tu oczywiście decyduje skład chemiczny materiałów wsadowych i wielkość poszczególnych kawałków; zależnie od grubości ścianek i przeznaczenia odlewów, możemy w przybliżeniu określić zgóry własności mechaniczne tworzywa w danym odlewie.

Na czołowym miejscu należy postawić sumę węgla i krzemu dla każdego odlewu, zależnie od grubości ścianek. Wysoka zawartość węgla i krzemu tworzą gruby grafit i wybitnie szare żeliwo, niskie zawartości tych składników ograniczają wydzielanie grafitu, tworząc t. zw. białe żeliwo.

Wobec powyższego istnieje pewien stosunek pomiędzy węglem i krzemem i szybkością ostygnięcia, a więc kształtem i grubością ścianki odlewu. Ten wzajemny stosunek został ujęty graficznie, mianowicie wykres *Maurera* obrazuje budowę tworzywa w zależności od zawartości C i Si, a wykres *Klingensteina* — zależność grubości ścianek odlewu od zawartości sumy węgla i krzemu.

Rozdrobienie grafitu łączy się ze zmniejszeniem ogólnej zawartości węgla w tworzywie. Badając dwa tworzywa o jednakowej zawartości węgla, stwierdzimy, że rozdrobienie będzie lepsze i równomierniejsze w tym materiale, w którym temperatura przegrzania była wyższa i dłużej przetrzymano metal w wysokiej temperaturze. Jeśli zaś zbadamy dwa rodzaje tworzywa o różnej zawartości węgla, rozdrobienie będzie lepsze w tworzywie o mniejszej zawartości węgla.

Proces rafinacji żeliwa prowadzi się metodą chemiczną i fizyczną. W pierwszej z wymienionych — soda odsiarcza i obniża temperaturę topienia wtrąceń niemetalicznych. Również i nieco wyższa zawartość manganu znakomicie odsiarcza metal, tworząc siarczki manganu, które przechodzą do żużła.

Do drugiego sposobu rafinacji żeliwa należy zaliczyć mechaniczne mieszanie cieczy, umożliwiające wydzielanie się wtrąceń i ustalanie równowagi fizyko-chemicznej w cieczy, dzięki czemu otrzymujemy bardziej jednorodną budowę skrzepniętego metalu. Mieszanie cieczy bądź to za pomocą wstrząsarki, bądź wirówki, winno być tak energiczne, aby pozwoliło na dokładne oddzielenie cząsteczek żużła od metalu, względnie na rozdzielenie w wirówce składników, stosownie do różnic ich ciężarów właściwych.

Najlepsze wyniki otrzymujemy, łącząc obie metody i stosując najpierw chemiczny proces rafinacji, później zaś — mechaniczny.

Omówione cztery sposoby ulepszenia tworzywa są podstawowym zagadnieniem każdej wytwórni zwykłego żeliwa, produkującej odlewy o wysokich własnościach.

Dalsze uszlachetnienie materiału dotyczy specjalnych odlewów, a więc z dodatkiem chromu, niklu, molibdenu, titanu, vanadu i wolframu. Już niewielkie dodatki tych metali korzystnie wpływają na własności wytrzymałościowe, umożliwiając coraz szersze rozpowszechnianie się stopowych odlewów żeliwnych, konkurujących dziś z odlewami stalowymi.

Najczęściej stosowanym dodatkiem jest chrom, nikiel i molibden, które użyte w odpowiednim procencie ujednostajniają budowę odlewu w całym przekroju i polepszają obrabialność odlewu.

W Polsce, zarówno żeliwo stopowe, jak i termiczna jego obróbka nie są jeszcze stosowane na większą skalę, gdyż znajdujemy się obecnie w dziedzinie prób i doświadczeń, nad którymi pracują odlewnicy i instytucje naukowe.

W żeliwiaku wsad surowcowy jest w stałej styczności z paliwem i z gazami spalinowymi, w odróżnieniu od pieców płomiennych, gdzie wsad metalowy nie styka się z paliwem, lecz tylko z gazami.

Szybkość topienia, tak zwana wydajność żeliwiaka, zależy przede wszystkim od szybkości spalania się koksu, a ta ostatnia wiąże się z ilością wprowadzanego powietrza.

W ostatnich czasach wdmuchuje się do żeliwiaków coraz więcej powietrza, przy stosunkowo niewielkim ciśnieniu.

Ilość koksu, niezbędna do prowadzenia żeliwiaka, waha się od 9 do 12% wsadu metalowego.

Większe ilości koksu wpływają niekorzystnie, obniżając wydajność pieca i niepotrzebnie nawęglając ciekły metal. Mniejsze zaś ilości koksu niedostatecznie wygrzeją żeliwo, co obniży własności technologiczne, jeśli wogóle metal da się użyć do odlewu. Jedną z najważniejszych zasad prowadzenia wytopu jest wysoka temperatura, ona bowiem przede wszystkim decyduje o stopniu rozdrobnienia kryształów grafitu. Zarówno silne podgrzanie cieczy powyżej 1450°C, jak i dłuższe przetrzymanie jej, nawet w temperaturze niższej, sprzyja otrzymaniu drobnej struktury. Podkreślić należy, że nie temperatura odlewania miarodajna jest dla budowy i własności mechanicznych żeliwa, lecz temperatura maksymalna w czasie prowadzenia wytopu, oraz czas jej wytrzymania.

Powszechnie używanym urządzeniem do przetapiania surowki jest żeliwiak. Niewątpliwie posiada on poważne zalety, jak taniość, prostota obsługi, możliwość stosowania przeciwwprądu, prowadzenie wytopu w sposób ciągły i t. p. Możemy nawet otrzymać ładną budowę perlityczną, z dobrymi własnościami wytrzymałościowymi dobierając optymalną dla danego żeliwiaka ilość powietrza i koksu, oraz stosując podgrzewanie powietrza i rafinację żeliwa.

Normalna temperatura ciekłego metalu, wypływającego z żeliwiaka, waha się w granicach od 1350 do 1400°C, zawartość węgla wynosi 3,5% i wyżej.

Ponieważ żeliwiak ma ograniczone możliwości, zarówno pod względem osiągania wysokiej temperatury (powyżej 1450°C), jak i obniżenia zawartości węgla (poniżej 3%), technika odlewnicza musiała szukać innych sposobów przetapiania surowki.

Do urządzeń tych należą piece elektryczne i piece płomienne, opalane gazem, ropą lub nawet pyłem węglowym (*Brackelsberg*). Zasadniczą zaletą tych pieców jest możliwość otrzymania wysokich temperatur i dowolnie długiego trzymania cieczy w tych temperaturach, łatwość uzyskaniażądanego składu chemicznego, jednym słowem łatwość otrzymania tworzywa wysokowartościowego. Wadą natomiast jest droższy wytop i okresowe wytwarzanie dużych ilości roztopionego metalu.

Zarówno w piecach elektrycznych, jak i w płomiennych niema trudności w osiągnięciu niskiej zawartości węgla (od 2,5% do 3%), co w połączeniu z wysoką temperaturą procesu umożliwia niewątpliwie uzyskanie lepszego materiału.

Doświadczenia, jakie przeprowadziliśmy, topiąc w piecu płomiennym tyglowym, identyczny wsad, jaki dajemy do żeliwiaka, przekonały nas, że temperaturę od 1450° do 1500°C jest uzyskać łatwo, nadmiernego wypalania składników krzemu i man-

ganu nie było, zaś dodatek stali bardzo korzystnie zmniejszył nam zawartość węgla w cieczy.

Do pieca płomiennego załadowano wsad metalowy bez dodatków stopowych o następującym składzie:

	C _{og.} %	C _{zw.} %	Si %	Mn %	P %	S %
Skład wsadu .	3,07	—	2,06	0,51	0,12	0,041
Skład żeliwa .	2,78	0,82	1,79	0,50	0,11	0,029

Wyniki wytrzymałościowe: wytrzymałość na zginanie 69,0 kg/mm², na ściskanie 109,3 kg/mm².

Osiągnięto temperaturę metalu 1480°C.

Próby z dodatkiem molibdenu dały metal o nast. składzie chemicznym i własnościach:

C _{og.} %	C _{zw.} %	Si %	Mn %	P %	S %	Mo %	wytrzymałość na zginanie kg/mm ²	wytrzymałość na ściskanie kg/mm ²
2,71	0,85	0,81	0,52	0,13	0,025	0,09	68,2	112,7
2,70	0,89	1,71	0,52	0,14	0,022	0,27	78,0	117,2
2,60	1,05	1,96	0,52	0,14	0,022	0,51	81,8	125,8

Widzimy, że już niewielki dodatek molibdenu korzystnie wpływa na własności mechaniczne. Podobne wyniki otrzymaliśmy przy próbnym wytopach z dodatkiem chromu i niklu.

Pozatem wykonano próby procesu „Duplex”, żeliwiak - piec elektryczny łukowy. Metal topiono w żeliwiaku, poczem przelewano do pieca łukowego. Skład żeliwa na wyjściu z żeliwiaka był następujący: C_{og.} = 3,61%, C_{zw.} = 0,60%, Si = 2,61%, Mn = 0,52%, P = 0,16%, S = 0,042%.

W piecu łukowym dodano 30% obcinków stali pociskowej, celem obniżenia zawartości węgla i fosforu, oraz — 0,5% ferrokremu. Otrzymano z pieca łukowego odlew o składzie chemicznym: C_{og.} = 2,58%, C_{zw.} = 0,94%, Si = 2,0%, Mn = 0,53%, P = 0,14%, S = 0,009%.

Wykonano szereg prób wytrzymałościowych, przyczem wyniki wahały się w granicach:

wytrzymałość na rozzerwanie	od 26,7 do 30,8 kg/mm ²
„ „ gięcie	„ 44,4 „ 61,0 „
„ „ ściskanie	„ 99,9 „ 103,1 „
„ „ twardość	„ 201,0 ⁰ „ 229 ⁰ Br.

W piecu łukowym nie można było odczytać temperatury żeliwa, odczytano ją dopiero podczas odlewu, i wówczas wynosiła 1350°C.

Niewątpliwie jest to temperatura za niska i dlatego struktura nie była zadowalająca. Grafit wydzielił się nierównomiernie w postaci zgrupowanych wtrąceń, powodując obniżenie własności wytrzymałościowych.

Na zakończenie przedstawimy jeszcze jedną próbę, przeprowadzoną w żeliwiaku. Pobrano wysokowartościowe materiały wsadowe o składzie: 60% przetopu, specjalnie wykonanego w piecu martenowskim, 15% przetopu z żeliwiaka i 25% surowca hematytowego o następującym składzie chemicznym:

	C _{og.} %	C _{zw.} %	Si %	Mn %	P %	S %
Przetop mart. .	2,03	—	1,09	1,03	0,23	0,012
„ z żeliwiaka	3,49	1,01	0,86	0,78	0,25	0,071
Hematyt . . .	3,56	0,78	3,66	0,43	0,06	0,025

Otrzymano żeliwo o składzie chemicznym: C_{og.} = 3,06%, C_{zw.} = 0,96%, Si = 1,34%, Mn = 0,70%, P = 0,21%, S = 0,062%; wyniki wytrzymałościowe:

wytrzymałość na rozciąganie	od 31,3 do 34,6 kg/mm ² ;
„ „ ściskanie	„ 94,6 „ 105,0 „
„ „ zginanie	„ 58,0 „ 64,4 „

Widzimy więc, że biorąc do żeliwiaka czyste dobre materiały wejściowe (bez zwykłej surówki wielkopiecowej i bez fragmentu), otrzymujemy również bardzo dobre wyniki; jednakże z pieca płomiennego na normalnym wsadzie, bez dodatków stopowych, otrzymaliśmy materiał nieco lepszy.

Streszczenie.

Możemy otrzymać z żeliwiaka żeliwo o wysokich własnościach technologicznych, używając materiałów wsadowych czystych, dobrych jakościowo. Niezbędnym warunkiem jest wysoka temperatura przegrzania ok. 1450°C, dzięki której otrzymujemy grafit w drobnych płatkach równomiernie rozłożony w całym przekroju odlewu. Rafinacja żeliwa winna być powszechnie stosowana, jako czynność przyspieszająca osiągnięcie stanu równowagi fizyko-chemicznej i umożliwiająca oddzielenie zanieczyszczeń z ciekłego metalu. Znacznie łatwiej otrzymać żeliwo wysokowartościowe z pieca elektrycznego lub płomiennego. Ten ostatni sposób jest coraz powszechniej stosowany zagranicą.

Wpływ obróbki termicznej na szare żeliwo maszynowe

Badania żeliwa, prowadzone bardzo intensywnie, szczególnie w okresie powojennym, wpłynęły w ogromnej mierze na podniesienie jego własności mechanicznych i technologicznych. Opracowano szereg metod produkcji żeliwa perlitycznego, którego własności mechaniczne znacznie przewyższają żeliwo szare; stosowano też bądź specjalne metody topienia lub odlewania — bądź dodatki stopowe, lub też, na koniec — należyście przeprowa-

dzone odtlenianie, odsiarczanie i t.p. Wydaje się jednak, że wprowadzenie obróbki termicznej części żeliwnych, przeznaczonych do konstrukcyj maszynowych, pozwoli rozwiązać zagadnienie ulepszenia własności żeliwa w sposób najprostsz i najpewniejszy.

Obecnie ustalone są trzy odmiany obróbki termicznej żeliwa:

1) Wyżarzanie w temperaturze 500—600° C,

w celu usunięcia wewnętrznych naprężeń w odlewie przed obróbką mechaniczną.

2) Wyżarzanie w temperaturze powyżej punktu krytycznego, w celu usunięcia szkodliwych naprężeń i polepszenia obrabialności.

3) Hartowanie z ewentualnem odpuszczaniem w celu podwyższenia twardości żeliwa.

Żeliwo zwykłe, odlewane w wysokiej temperaturze, stygnie w formie z rozmaitemi szybkościami w różnych częściach odlewu, wskutek czego zwykle powstają naprężenia wewnętrzne, nieraz bardzo duże. Działanie tych naprężeń prawie zawsze występuje w postaci niebezpiecznych odkształceń po obróbce mechanicznej odlewu. Naprężenia wewnętrzne są przede wszystkim bardzo szkodliwe w odlewach o zawiłym kształcie.

Celem uniknięcia tego warsztaty mechaniczne poddają odlewy starzeniu przed obróbką mechaniczną, aby odkształcenie miało czas wystąpić przed rozpoczęciem obróbki odlewu. Aby to przeprowadzić w sposób możliwie krótki i tani, stosuje się ogrzewanie odlewów w piecu w temperaturze ok. 600° C, przyczem czas ogrzewania zależy od wielkości i grubości ścianek. Następnie odbywa się studzenie na wolnym powietrzu. Temperatura jest o tyle niska, że nie potrzebujemy obawiać się odkształceń, jak również zmiany budowy.

Żarzenie w temperaturze powyżej punktu krytycznego zasadniczo zmienia strukturę żeliwa szarego, obniżając zawartość węgla związanego i zwiększając zawartości grafitu i ferrytu, co wiąże się z obniżeniem twardości i wytrzymałości. Żeliwo staje się łatwiej obrabialne, a jednocześnie jest pozbawione naprężeń wewnętrznych.

W amerykańskim przemyśle samochodowym tego rodzaju zabieg znalazł szerokie zastosowanie. Jednocześnie zarysowała się tendencja obniżenia temperatury do 700° C, przy której otrzymuje się najlepsze własności wytrzymałościowe żeliwa.

Całkowita obróbka termiczna żeliwa, polegająca na hartowaniu żeliwa od 760—840° C, zazwyczaj połączona z odpuszczaniem, znajduje narazie najniższe zastosowanie. W czasie wojny, pociski wykonywane z t. zw. żeliwa stalistego, były poddawane hartowaniu w celu podwyższenia ich twardości i wytrzymałości. Najnowsze badania obróbki termicznej, zmieniającej całkowicie strukturę żeliwa szarego, podobnie jak stali, przeprowadzane są we Francji, Ameryce, Anglii i w Niemczech; podstawą tych badań są prace Charpy'ego, Potera i Piwowarskiego.

W celu określenia wpływu obróbki termicznej na poszczególne rodzaje żeliwa maszynowego, wyrabianego w Fabryce Metalurgicznej Państwowych Zakładów Inżynierji, przeprowadzono badania próbek średnicy 30 mm i wysokości 20 mm, wyciętych z wałków długości 650 mm, lanych od góry do suchej, pionowej, niedzielonej formy. Badania przeprowadzono na rodzajach żeliwa podanych w tabeli 1.

Obróbki termicznej pierwszego rodzaju, mianowicie żarzenia w temperaturze ok. 500° C, nie przeprowadzano, gdyż żarzenie to nie zmienia budowy i własności wytrzymałościowych. Natomiast stosowa-

TABELA 1.

Rodzaj żeliwa	Zawartość poszczególnych składników w %						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
Żeliwo — M1	3,51	2,90	0,50	0,332	0,091	—	0,20
Żeliwo — M2	3,42	2,25	0,50	0,308	0,129	—	0,39
Żeliwo — M3	3,38	1,45	0,66	0,270	0,111	—	0,83
Żeliwo — C _{sp}	3,55	2,35	0,54	0,238	0,074	—	0,76
Żeliwo — S _p	3,47	2,50	0,53	0,185	0,088	0,23	0,63
Żeliwo — C _{sp}	3,54	1,95	0,93	0,205	0,051	0,37	1,05
Żeliwo — M _w	3,16	2,64	0,70	0,200	0,025	—	—

wano żarzenie w ciągu 1, 5 i 10 godzin w temperaturach: 600, 650, 700, 725, 750, 775, 800, 850 i 900° C, z następnym chłodzeniem w powietrzu oraz całkowitą obróbką termiczną, polegającą na hartowaniu w wodzie od temperatur: 600, 650, 700, 725, 750, 775, 800, 850 i 900° C, poczem zahartowane próbki odpuszczano w temperaturach 300, 400, 500 i 600° C.

Próbki poddawano badaniom twardości na powierzchniach przecięcia odległych 7 mm od środka próbki oraz badaniom metalograficznym.

Wpływ żarzenia jednogodzinnego na twardość próbek pokazany jest na wykresie rys. 1.

Widzimy tu, że ze wzrostem temperatury żarzenia, od 600—725, względnie 750° C twardość próbek maleje, następnie zaś wzrasta, przyczem twardość gatunków S_p i M3 przy 900° C przewyższa twardość początkową.

Z wykresów na rys. 2 i 3 (żarzenie przez 5 i 10 godzin) widzimy, że punkt krytyczny zmiany wpływu żarzenia obniża się do 700—725° C, przyczem zaznacza się większy wzrost twardości w temperaturach żarzenia od 700 do 900° C.

Spadek twardości w temperaturach żarzenia od 600—725° C jest spowodowany ferrytyzacją perlitu; następny wzrost twardości w wyższych temperaturach, jest powodowany rozpuszczaniem się grafitu w ferrycie i wynikającą stąd perlityzacją i sorbityzacją tworzyw.

Zjawisko to potwierdza mikrobudowa próbek, żarzonych w różnych temperaturach.

Wpływ żarzenia na mikrobudowę żeliwa pokazany jest na serji próbek rodzaju S_p.

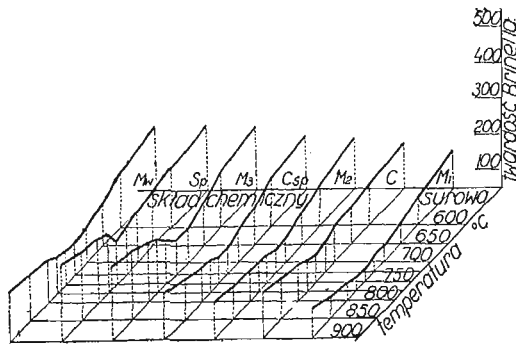
Mikrofotogr. rys. 9 c obrazuje strukturę próbki, próbki surowej, to jest perlit i grafit, 9 b — strukturę próbki, wyżarzonej w temperaturze 600° C, widzimy tu pogrubienie blaszek perlitu.

Mikrofotogr. rys. 9 c obrazuje strukturę próbki, wyżarzonej w temperaturze 650° C, widzimy tu koagulację składników perlitu.

Mikrofotogr. rys. 9 d przedstawia strukturę próbki wyżarzonej w temperaturze 700° C, widzimy tu już znacznie zaawansowaną ferrytyzację oraz poszerzenie pasemek grafitu.

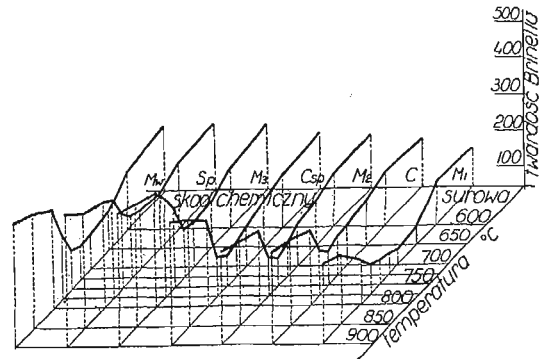
Mikrofotogr. rys. 9 e przedstawia strukturę próbki, wyżarzonej w temperaturze 725° C, w końcowym momencie ferrytyzacji.

Mikrofotogr. rys. 10 a obrazuje strukturę próbki, wyżarzonej w temperaturze 800° C; widzimy tu drobny perlit, źle rozwinięty, utworzony skutkiem cementacji uprzednio wytworzonego ferrytu; dają się również zaobserwować wydłużone pasemka grafitu.



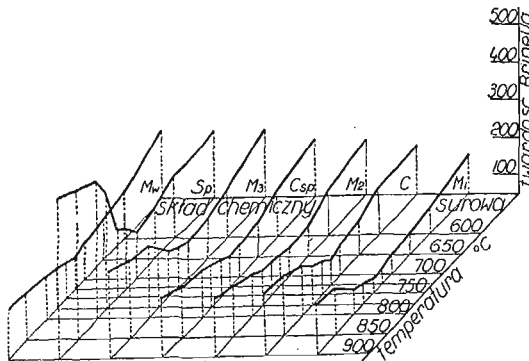
Rys. 1.

Twardość żeliwa żarzonego w różnych temperaturach przez 1 godzinę.



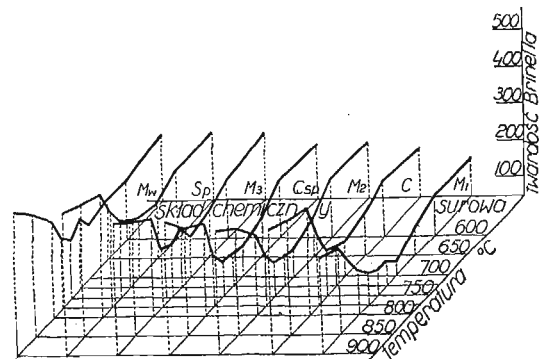
Rys. 5.

Twardość żeliwa hartowanego w różnych temperaturach i odpuszczonego w temp. 300° C.



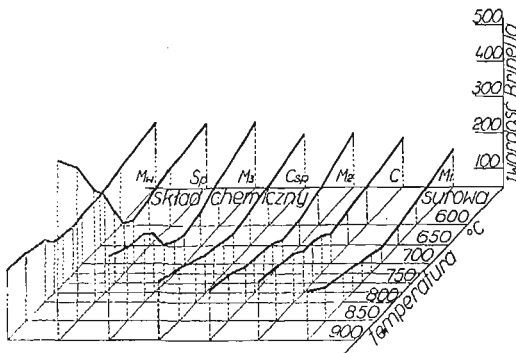
Rys. 2.

Twardość żeliwa żarzonego w różnych temperaturach przez 5 godzin.



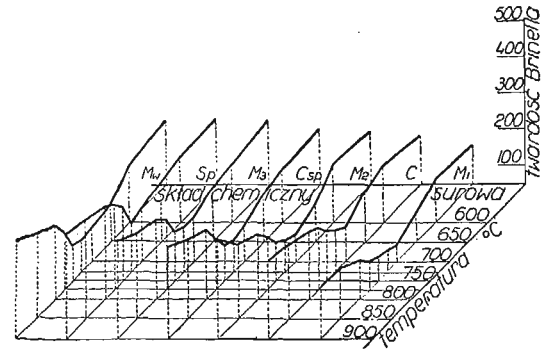
Rys. 6.

Twardość żeliwa hartowanego w różnych temperaturach i odpuszczonego w temp. 400° C.



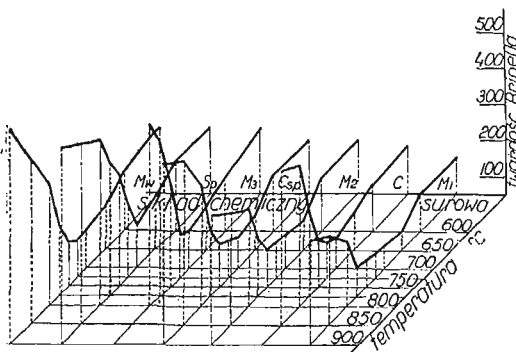
Rys. 3.

Twardość żeliwa żarzonego w różnych temperaturach przez 10 godzin.



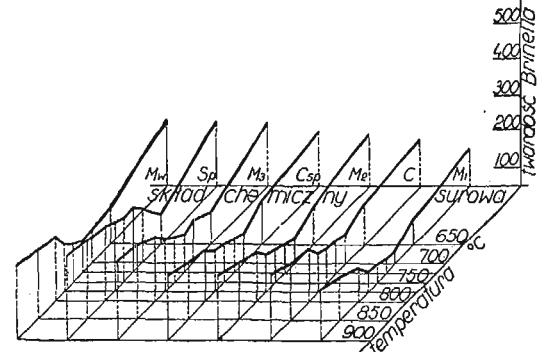
Rys. 7.

Twardość żeliwa hartowanego w różnych temperaturach i odpuszczonego w temp. 500° C.



Rys. 4.

Twardość żeliwa hartowanego w różnych temperaturach.



Rys. 8.

Twardość żeliwa hartowanego w różnych temperaturach i odpuszczanego w temp. 600° C.

Mikrofotogr. rys. 10 b przedstawia strukturę próbki, wyżarzanej w temperaturze 900° C widzimy tu zakończoną perlityzacją z częściową sorbityzacją, obserwujemy również dalsze wydłużenie pasemek grafitu.

Wykres twardości żeliwa hartowanego w różnych temperaturach (rys. 4) wykazuje, że do 700° C hartowanie nie wywiera wpływu na twardość żeliwa i zaznacza się spadek twardości od 700—725° C, ewentualnie 750° C wpływ hartowania jest nieznaczny, powyżej zaś 750° C twardość raptownie wzrasta.

Wpływ hartowania na mikrobudowę pokazany jest również na serji próbek gatunku *Sp*.

Struktury próbek hartowanych w temperaturach 600, 650 i 700° C nie różnią się od struktury próbek wyżarzonych.

Mikrogr. rys. 10 c obrazuje strukturę próbki, zahartowanej od temperatury 725° C, która wykazuje budowę sorbityczną ze śladami troostytu.

Mikrofotogr. rys. 10 d przedstawia strukturę próbki, zahartowanej od temperatury 800° C; widzimy tu budowę martenzytyczno-troostytczną z dużą zawartością troostytu.

Mikrofotogr. rys. 10 e ilustruje strukturę próbki, zahartowanej od temperatury 900° C; widzimy tu gruby martenzyt oraz grafit.

Wpływ odpuszczania w temperaturach 300, 400, 500, 600° C na twardość żeliwa zahartowanego od różnych temperatur wykazuje stopniowe łagodze-

metalicznej przy procesach żarzenia, hartowania i odpuszczania. Procesy te nie pozostają również bez wpływu na wygląd grafitu.

Obróbce termicznej żeliwa, odbywającej się w strefie bliskiej punktu przemiany towarzyszy wydzielanie się węgla z perlitu, który częściowo pogrubia istniejące pasemka grafitu, a częściowo tworzy zaokrąglone ziarenka. Żarzenie w temperaturze do 900° C sprzyja rozpuszczaniu się grafitu w ferrycie i zmniejszeniu jego ilości. Żarzenie przez dłuższy czas przyczynia się do wypalania grafitu i wewnętrznego utleniania żeliwa, co powoduje nadmierną kruchość.

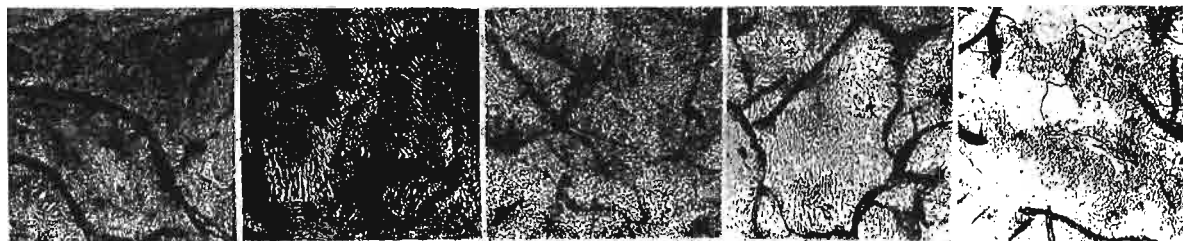
Inne składniki zawarte w żeliwie: krzem, mangan, chrom, nikiel i fosfor nie pozostają bez wpływu na efekt obróbki termicznej żeliwa.

Z wykresów rys. 1, 2 i 3 widzimy, że zwiększenie zawartości krzemu w żeliwie przyspiesza proces grafityzacji i opóźnia proces następnej perlityzacji.

Z wykresu rys. 4 widzimy, że wzrost krzemu obniża zdolność hartowniczą żeliwa i wymaga wyższej temperatury hartowania.

Z wykresów następnych widzimy, że wzrost zawartości krzemu w żeliwie przyspiesza efekt odpuszczania.

Chrom i mangan wpływają na węgliki stabilizująco, z czego wynika, że dodatek chromu i zwiększenie zawartości manganu będzie opóźniał proces ferrytyzacji i przyspieszał proces perlityzacji przy



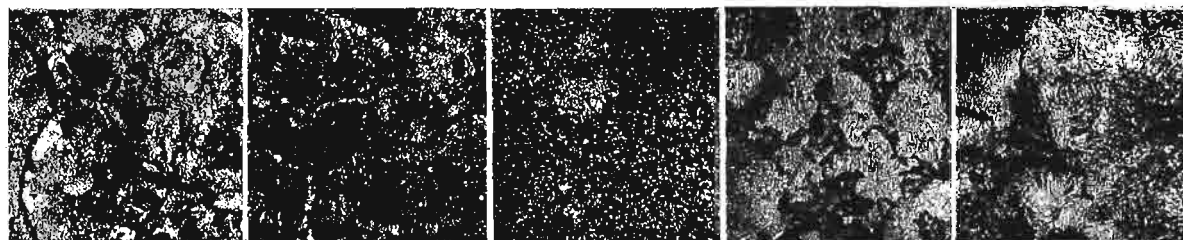
Rys. 9 a.

Rys. 9 b.

Rys. 9 c.

Rys. 9 d.

Rys. 9 e.



Rys. 10 a.

Rys. 10 b.

Rys. 10 c.

Rys. 10 d.

Rys. 10 e.

nie efektu hartowania ze wzrostem temperatury odpuszczania, tak, że przy odpuszczaniu w temperaturze 600° C twardość żeliwa pozostaje tylko nieco wyższą, od twardości pierwotnej.

Badanie obrazów mikroskopowych wykazuje, że omówiony wyżej spadek twardości jest spowodowany troostytyzacją, a następnie sorbityzacją struktury martenzytycznej, powstałej podczas hartowania.

Uprzednio omawialiśmy tylko zmiany osnowy

żarzeniu. Pierwiastki te będą podnosiły hartowność żeliwa i obniżały efekt odpuszczania.

Przy niewielkich zawartościach niklu w żeliwie, wpływ jego podobny jest do wpływu krzemu; sprzyja on grafityzacji, utrudnia perlityzację i przyspiesza efekt odpuszczania. Przy większych zawartościach niklu w żeliwie potęguje się efekt hartowania.

Z powyższych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1) Żarzenie w temperaturach od 600 do 725° C, ewentualnie do 750° C powoduje grafityzację perlitu połączone z obniżeniem się twardości, polepszeniem obrabialności, oraz usuwa naprężenie wewnętrzne.

2) Żarzenie od 725° C, ewentualnie od 750 do 900° C, przyczynia się do rozpuszczania grafitu w ferrycie z powstaniem perlitu, co połączone jest ze wzrostem twardości, przyczem w rodzajach żeliwa o niskiej zawartości krzemu lub z domieszką chromu wzrost twardości zaznacza się w większym stopniu i można uzyskać tą drogą utwardzenie żeliwa, co może mieć szerokie praktyczne zastosowanie dla części pracujących na ścieranie.

3) Należy zawsze unikać zbyt długiego działania wysokiej temperatury żarzenia, jak również zbyt powolnego studzenia, które przyczyniają się do wydłużenia blaszek grafitu i jego wypalania się, oraz wewnętrznego utleniania żeliwa, co jest zawsze połączone z obniżeniem się własności wytrzymałościowych i ze zwiększeniem kruchości.

4) Perlit w żeliwie nie jest stały; podczas gdy w stali węgiel perlitu nie ulega wydzieleniu, w żeliwie wydzielenie to następuje.

5) Cementyt jest składnikiem niestałym, ulegającym rozkładowi przez proste ogrzanie powyżej A_{c1} ; im bardziej cementyt jest rozdrobniony, tym mniej jest trwały. Cementyt powstaje tylko w momencie odlewania i niema obróbki termicznej, która mogłaby spowodować jego powstanie.

6) Żeliwo szare ulega działaniu obróbki termicznej w podobny sposób, jak i stal, tak że można do niego stosować wszystkie rodzaje obróbki termicz-

nej. Należy jednak unikać zbyt wysokich temperatur żarzenia przed hartowaniem, jak również energicznych środków hartowniczych, które powodują pęknięcia w materiale oraz zbytnią jego kruchość.

Efekt hartowania należy zawsze łagodzić następnym odpuszczaniem.

Do obróbki termicznej najlepiej nadają się rodzaje żeliwa o niskiej zawartości krzemu, lub z dodatkiem chromu.

Streszczenie.

Omówienie trzech zasadniczych rodzajów obróbki termicznej żeliwa; żarzenia w temperaturach 500—600° C, — powyżej punktu krytycznego, oraz hartowania z odpuszczaniem.

Zbadanie wpływu żarzenia i hartowania, oraz hartowania z odpuszczeniem w różnych temperaturach na strukturę i twardość poszczególnych gatunków żeliwa maszynowego i ustalenie wpływu czynników obróbki termicznej oraz składu chemicznego żeliwa, na jego własności.

RÉSUMÉ.

Les auteurs présentent en premier lieu les trois genres caractéristiques de traitement thermique de la fonte: le chauffage jusqu'à une température de 500—600° C, le traitement au-dessus du point critique et enfin la trempe et le revenu.

Les importantes recherches effectuées par les auteurs concernent l'étude de l'influence du chauffage et de la trempe ainsi que de la trempe et du revenu sur la structure et la dureté de sept qualités de fonte en dépendance de la composition chimique — et sont représentés sur un nombre de diagrammes stéréoscopiques en permettant d'observer exactement l'influence de ces facteurs. Les auteurs terminent en développant les conclusions pratiques des résultats obtenus.

Mgr. S. SZCZAWIŃSKI i E. MIERNIK

621 . 745 . 5 ; 661 . 323 . 6

Odsiarczanie żeliwa sodą granulowaną

Jedną z najwięcej szkodliwych domieszek żeliwa jest siarka, która w znacznym stopniu przechodzi do metalu z koksu. Wskutek obecności siarki w koksie, ilość jej w żeliwie przy przetapianiu surowca w żeliwiaku zawsze wzrasta, czasem nawet bardzo znacznie, przewyższając dopuszczalne granice. Zawartość siarki w żeliwie wzmacnia się szczególnie przy stosowaniu we wsadzie dużych ilości fragmentu.

Wpływ siarki na własności żeliwa jest ogólnie znany. Wystarczy wymienić tu tylko objawy najbardziej charakterystyczne: znaczny wzrost gęstości, a więc i trudności przy odlewaniu; — wzrost skurczu, powodujący porowatość odlewów; — dążenie do wydzielenia siarczków wewnątrz odlewów; — tworzenie się w żeliwie białych plam i rys; wreszcie wzrost twardości i kruchości odlewu, utrudniający obróbkę mechaniczną.

Dotychczas znamy kilka sposobów odsiarczania żeliwa, najlepszy jednak z nich jest sposób, obszernie omówiony przez Inż. K. Gierdziejewskiego i inż. Dickmana¹⁾, odsiarczania żeliwa zapomocą związków metali alkalicznych, szczególnie sodu.

¹⁾ „Uszlachetnianie żeliwa przez odsiarczanie“, Przegląd Techniczny, 1927.

Metal ten posiada nadzwyczaj silne powinowactwo do siarki i krzemu. Sód wprowadza się do metalu w postaci bezwodnego węglanu sodu.

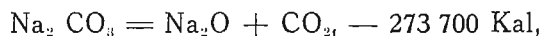
Przy stosowaniu tej metody dawniej występowały wielkie trudności, gdyż soda bezwodna była tylko w postaci proszku, który bardzo trudno zanurzyć do ciekłego metalu. Dzisiaj trudności te są zupełnie usunięte, gdyż, specjalnie do tego celu, firma „Solvay“ wyrabia sodę bezwodną w postaci groszku, sprasowaną pod bardzo dużym ciśnieniem, lub też w postaci aglomeratu składającego się z 90% sody i 10% wody. Soda ta nie może być zastąpiona ani ługiem sodowym, ani sodą krystaliczną, zawierającą dziesięć drobiny wody, ponieważ w tym wypadku nastąpić może wybuch.

Soda w ilości od 0,5 — 1,0% nie może być dawana bezpośrednio do żeliwiaka, ze względu na obecność kwaśnych żużli piecowych, które przedewszystkiem reagowałyby z sodą, obniżając do minimum jej wpływ na odsiarczanie. Zjawisko powyższe wymaga przeprowadzenia odsiarczania żeliwa w kadziach, po całkowitem usunięciu kwaśnych żużli i zastosowaniu zasadowego wzgl. obojętnego wyłożenie kadzi, lub w zbiornikach, ile są one zaopatrzone w odpowiednie połączenie z żeliwiakiem,

umożliwiająca oddzielanie żużla piecowego przed wplynięciem metalu do zbiornika. Odsiarczanie żeliwa należy przeprowadzić w kadziach ładowności powyżej 500 kg metalu.

Metoda ta jest nadzwyczaj prosta i polega na wrzuceniu na dno kadzi, do której spływa metal ze zbiornika żeliwiaka, naboju sody, którego ciężar wynosi 0,5 — 1,0% ciężaru odsiarczane metalu.

Podczas łączenia się sody z metalem powstaje energiczna reakcja

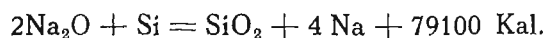


połączona z wydzieleniem dużych ilości gazów, które powodują burzenie się wanny. Reakcji tej zawsze towarzyszy duży płomień na powierzchni odsiarczane metalu, który powstaje od częściowego spalania się sodu (rys. 1).

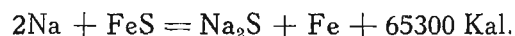


Rys. 1.

Wytworzony tlenek sodu reaguje bardzo energicznie z węglem lub krzemem, znajdującymi się w metalu, podług wzorów:

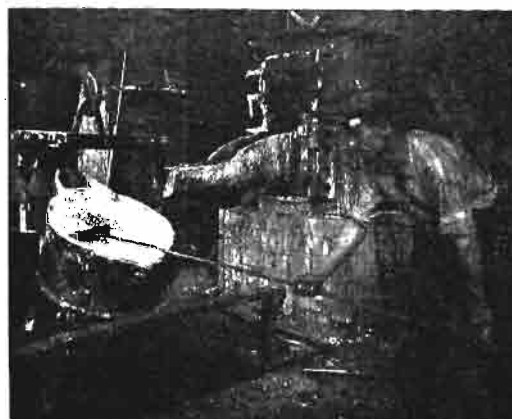


Powstały wolny sól reaguje bardzo szybko z siarczkiem żelaza podług wzoru:



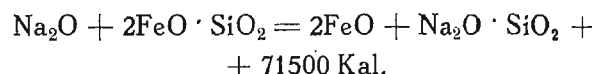
Siarczek sodu wypływa na powierzchnię metalu, zbierając się w rzadko-płynnym żużlu sodowym, który tworzy grubą warstwę na powierzchni metalu; żużel ten należy usunąć przed rozlewaniem metalu do form. W tym celu należy go przysypać drobnym palonym wapnem w ilości od 50 do 70% użytej sody i wymieszać z żużlem sodowym, przyczem

powstaje gęsty skawalony żużel, który po nachyleniu kadzi daje się łatwo zgarnąć zapomocą zgarzniaczki, jak widać na rys. 2. Należy przytem uni-



Rys. 2.

kać procesu odsiarczania przed zakończeniem przysypywania powierzchni metalu w kadzi piaskiem, zwykle stosowanego w odlewniach i zgarnięciem żużla, aby przedwcześnie nie związać środka odsiarczającego podług reakcji:



W tym celu również należy unikać przedostania się żużla krzemowego do kadzi z żeliwiaka lub zbiornika.

Wobec tego, że w kadziach zwykłych całkowite oddzielenie żużla od metalu jest bardzo trudne, lepiej jest stosować kadzie czajnikowe, pokazane na rys. 3, które nie wymagają zgarniania żużla przed wykonaniem odlewu co przyczynia się do lepszego utrzymania temperatury metalu pod grubą warstwą żużla, oraz całkowicie zabezpiecza odlew od wprowadzenia do wlewu żużla sodowego i powstających w trakcie stygnięcia innych żużli.

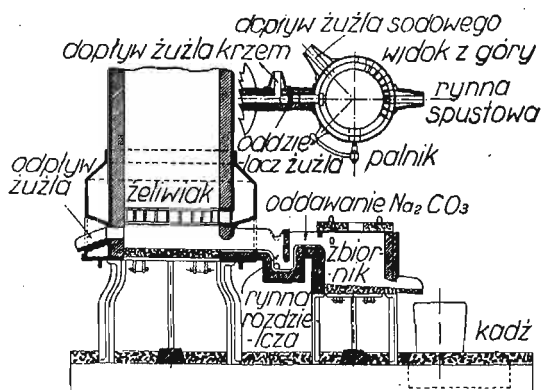
Istnieje jeszcze trzeci sposób odsiarczania żeliwa przez dodawanie sody do zbiornika, w którym metal



Rys. 3.

jest całkowicie wolny od żużla piecowego, ponieważ od żeliwiaka do zbiornika przechodzi przez odpowiednio skonstruowaną rynnę z progiem do oddzie-

lania żużla. Rys. 4 obrazuje żeliwiak z rynną do oddzielania kwaśnego żużla oraz zbiornik, w którym odbywa się odsiarczenie i z którego wypływa odsiarczone żeliwo, wolne od wszelkich żużli. Sposób ten jest często stosowany w St. Zj. Am. Półn.



Rys. 4.

Wobec tego, że reakcje odsiarczenia są zawsze połączone ze zmniejszeniem się zawartości krzemu w odsiarczonym żeliwie i że usunięcie siarki do 60% jej zawartości w metalu zachodzi tylko wówczas,

gdy tworzy się żużel krzemowy, *H. Ostermann* proponuje do naboju sody dodawać pewne ilości węgla wapnia lub ferro-krzemu, w celu zachowania procentowej zawartości krzemu w metalu.

W celu ustalenia warunków praktycznego przeprowadzenia odsiarczenia w Odlewni Żeliwa Państwowych Zakładów Inżynierji przeprowadzono szereg prób odsiarczenia na warsztacie, których warunki wykonania i wyniki ujęto w tabeli 1.

Badania te podjęto dla ustalenia najkorzystniejszych ilości dodawanej sody, wpływu dodatku ferro-krzemu do naboju sody na odsiarczenie, wpływu czasu odsiarczenia, oraz ilości metalu, pobranego do odsiarczenia.

Powyższe badania dały możliwość wyciągnięcia następujących wniosków:

a) optymalną ilość dodatku sody do odsiarczenia należy przyjąć w ilości 0,75% ciężaru odsiarczanego metalu;

b) dodatek ferro-krzemu do naboju sody w ilości ok. 50% użytej sody wybitnie podwyższa efekt odsiarczenia;

c) wpływ czasu na odsiarczenie jest dodatni i pożądane jest pozostawienie metalu po odsiarczeniu (o ile niema obawy dużego spadku temperatury) przez 10 min przed rozlewaniem do form;

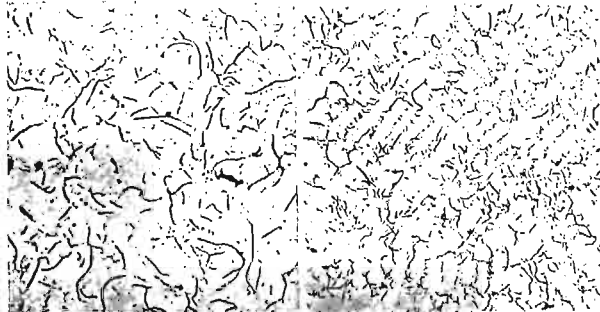
TABELA 1.

Lp	Oznaczenie	Skład żeliwa				Zmniejszenie zawart. S %	Ilość na Na ₂ CO ₃	Ilość ferro-krzemu	Temperatura odsiarczenia °C *	Czas odsiarczenia min.	Ilość metalu kg.	Temperatura lania °C	Wytrzymałość na zgięcie R _g kg/mm ²	Strzałka ugięcia f mm	Twardość Br 3000/10/30	U w a g i
		S %	C %	Si %	Mn %											
1	Przed odsiarcz.	0,101	3,32	2,30	0,70	23,8	0,5	—	1360	10	250	1280	47,85	10,6	262	Odlano 4 bloki <i>Fiata</i> . Odlewano z kadzi nie zdejmując żużla. Odlane bloki wad nie wykazały.
	Po	0,075	3,26	2,20	0,71											
	Różnica	0,026	0,06	0,10	+0,01											
2	Przed odsiarcz.	0,079	3,39	2,22	0,65	43,2	0,75	—	1310	10	250	1250	nie badano	nie badano	Odlano 4 bloki <i>Fiata</i> . Żużel zgarnięto zgarzniaczką. Odlane bloki wad nie wykazały.	
	Po	0,044	3,37	2,18	0,48											
	Różnica	0,035	0,02	0,04	0,17											
3	Przed odsiarcz.	0,091	3,32	2,14	0,55	36,0	1,00	—	1330	10	250	1250	47,24	11,2	262	Odlano 4 bloki <i>Fiata</i> . Odlewano bez zdejmowania żużla. Z odlanych bloków 1 wykazał wadę materiałową.
	Po	0,058	3,30	2,04	0,52											
	Różnica	0,033	0,02	0,10	0,03											
4	Przed odsiarcz.	0,135	3,23	2,46	0,45	32,0	0,5	0,25	1320	10	250	1250	42,38	10,4	229	Odlewano złącza bębnow. Żużel zdjęto przed laniem.
	Po	0,092	3,16	2,58	0,49											
	Różnica	0,043	0,07	0,12	+0,04											
5	Przed odsiarcz.	0,095	3,38	2,40	0,57	47,5	0,75	0,40	1380	10	250	1300	nie badano	nie badano	Odlano 4 bloki <i>Fiata</i> , z których 3 były dobre.	
	Po	0,050	3,30	2,44	+0,52											
	Różnica	0,045	0,08	0,04	0,05											
6	Przed odsiarcz.	0,089	3,56	2,10	0,51	49,5	1,00	0,50	1330	10	250	1280	nie badano	nie badano	Odlano 4 bloki <i>Fiata</i> . Odlewano bez zdejmowania żużla. Odlane bloki wad nie wykazały.	
	Po	0,045	3,56	2,18	0,51											
	Różnica	0,044	0,00	0,08	0,00											
7	Przed odsiarcz.	0,137	3,50	1,78	0,65	48,0	0,75	0,40	1310	5	250	1240	44,92	9,1	241	Odlewano koła zamaczowe. Twardość wzrosła powodu dodania manganu do kadzi.
	Po	0,072	3,43	1,84	0,90											
	Różnica	0,065	0,07	0,06	+0,25											
8	Przed odsiarcz.	0,110	3,24	2,58	0,56	53,0	0,75	0,40	1320	10	250	1250	44,04	12	217	Odlewano różne drobne części.
	Po	0,052	3,24	2,62	0,56											
	Różnica	0,058	0,00	0,04	0,00											
9	Przed odsiarcz.	0,135	3,52	1,31	0,59	39,1	0,75	0,40	1320	5	500	1280	41,30	9,0	285	Odlewano różne drobne części.
	Po	0,082	3,44	1,31	0,59											
	Różnica	0,053	0,08	0,00	0,00											
10	Przed odsiarcz.	0,108	3,32	1,93	0,69	52,6	0,75	0,40	1330	10	500	1270	41,86	9	255	Odlano dużą wannę do topienia ołowiu.
	Po	0,052	3,30	1,93	0,69											
	Różnica	0,056	0,02	0,00	0,00											

d) ilość metalu nie wpływa decydująco na proces odsiarczania, jednakże odsiarczanie metalu w ilości poniżej 500 kg wymaga dostatecznie wysokiej temperatury metalu, gdyż w przeciwnym wypadku może nastąpić spadek poniżej temperatury, odpowiedniej do rozlewania metalu do form; podczas odsiarczania 250 kg metalu temperatura metalu spada od

odporność chemiczną na korozję, łatwość obróbki i przydatność do polerowania, wytrzymałość na ścieranie i t. p.

Podczas odsiarczania zachodzi w dużym stopniu homogenizacja żeliwa, gdyż następuje podwójne mieszanie metalu, z jednej strony drągiem żelaznym, a z drugiej przez wydzielające się gazy.

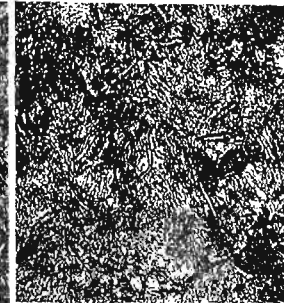


Rys. 5a.
Grube i długie pasemka grafitu, nietrawionej próbki żeliwa nieodsierczonego.

Rys. 5b.
Drobny i dobrze rozłożony grafit, nietrawionej próbki tego samego żeliwa po odsiarczeniu.



Rys. 5c.
Gruba budowa perlitu z ferrytycznymi plamami i z wtroczeniami nieregularnych pól eutektyki fosforowej próbki żeliwa nieodsierczonego.



Rys. 5d.
Drobna i jednorodna budowa perlityczna próbki tego samego żeliwa po odsierczeniu.

50 do 80° C, podczas odsiarczania 500 kg metalu — od 40 do 60° C.

Porównawcze badania wytrzymałościowe próbek, odlewanych przed odsiarczaniem i po odsiarczeniu, wykazują wzrost wytrzymałości żeliwa odsierczonego. Próbkę wytrzymałościową średnicy 30 mm i długości 650 mm odlewano oddzielnie w suchych formach i badano na zginanie w stanie surowym przy rozstawieniu podpór w odległości 600 mm. Twardość była badana na tych samych próbkach.

Analiza chemiczna próbek przed odsiarczaniem i po odsiarczeniu wykazuje, że proces odsiarczania niema wyraźnego wpływu na zmianę składu chemicznego innych składników.

Odsiarczanie ma widoczny wpływ na polepszenie struktury metalograficznej, co widoczne jest na załączonych mikrografjach (rys. 5 a—d).

Odlewane próbki były okrągłe, jednakowej średnicy i długości, co gwarantowało jednakową szybkość stygnięcia w miejscach badania.

Mikrografje zdjęte z tych samych miejsc przekrojów.

Odlewy wykonane z żeliwa odsierczonego wykazały ścisłość, drobną strukturę i mniejszą skłonność do odbielenia.

Po odsiarczeniu żeliwo uzyskuje dużą rzadkość, dającą się zaobserwować wzrokowo.

Z powyższych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

Przez odsiarczanie wyższych gatunków żeliwa uzyskuje się ich uszlachetnienie, bez stosowania specjalnych dodatków uszlachetniających, gdyż niska zawartość siarki w żeliwie polepsza różnorodność jego własności, mianowicie własności mechaniczne,

Jednocześnie z odsiarczaniem przebiega proces utleniania metalu, to też otrzymujemy odlewy wolne od rys, skaz, segregacji, jam usadowych, białych plam i t. p.

Szczególnie obecnie, gdy dążenie do podniesienia jakości żeliwa znajduje coraz większe zrozumienie i często jest okupowane drogiemi środkami, np. wytapianiem w specjalnych piecach lub dodawaniem specjalnych składników, zastosowanie tak prostego środka podniesienia jakości żeliwa, jakim jest zmniejszenie zawartości siarki, powinno u nas znaleźć powszechne zastosowanie.

Streszczenie.

Sposób odsiarczania żeliwa zapomocą sody znalazł w Polsce szersze zastosowanie po wprowadzeniu na rynek przez firmę Solva y sody granulowanej.

Odsiarczanie sodą granulowaną może być przeprowadzone w kadziach zwykłych i czajnikowych z wyłożeniem zasadowym lub w zbiorniku.

Badania przeprowadzone nad odsiarczaniem żeliwa zapomocą sody granulowanej dały możliwość ustalić:

- 1) optymalną ilość dodatku sody, wpływ dodatku ferrokremu do sody, wpływ czasu oraz ilości metalu na proces odsiarczania;
- 2) dodatni wpływ odsiarczania na własności wytrzymałościowe metalu, strukturę i własności odlewnicze, oraz wyciągnąć wnioski, kiedy należy stosować odsiarczanie.

Stosowanie ochładzalników (kokilek) w odlewnictwie żeliwa

Do poważnych wad żeliwa, które zmuszony jest zwalczać odlewnik, należą:

- 1) Skłonność do tworzenia się jam usadowych i nadmiernego wydzielania grafitu w postaci grubych płatków, powodującego tak zwany „rzadki”, czy „porowaty” odlew.
- 2) Nierównomierna twardość odlewu w grubych i cienkich częściach odlewu.
- 3) Naprężenia wewnętrzne w odlewie, powstające wskutek różnej szybkości stygnięcia grubych i cienkich części odlewu.
- 4) Mniejsza wytrzymałość mechaniczna tworzywa w grubych przekrojach odlewu w porównaniu z przekrojami cienkimi.

Wad powyższych można częściowo uniknąć przez racjonalizację konstrukcji odlewu, względnie przez stosowanie specjalnych rodzajów żeliwa, mniej wrażliwych na zmianę grubości ścianek odlewu, lub też przez sztuczne regulowanie czasu stygnięcia odlewu.

Jako środki zapobiegawcze przeciw tworzeniu się jam usadowych stosują odlewnicy:

- 1) t. zw. pompowanie i odlewanie płynnego żeliwa do odlewu w czasie zastygania odlewu, oraz nadlewy,
- 2) przelewanie żeliwa przez napełnioną formę,
- 3) zalewanie formy żelivem płynnym o niskiej temperaturze.

Wymienione środki często zawodzą pokładane w nich nadzieje, lub też z różnych powodów nie mogą być stosowane.

Konstruktor niezawsze może, a czasami nie chce racjonalizować konstrukcji odlewu, stosownie do słusznych wymagań odlewnika, odlewnik natomiast często zmuszony jest stosować do danego odlewu nieodpowiedni gatunek żeliwa.

Zdawało się, że wynalezione w ostatnich latach t. zw. „żeliwo perlityczne” stanie się środkiem radykalnym na większość bolączek odlewni; niestety praktyka wykazała, że i żeliwo perlityczne nie jest całkowicie wolne od wad, spotykanych w żelivie zwykłym.

Nie jest również całkowicie wolne od wymienionych wad żeliwo stopowe z dodatkiem Ni, Cr, Mo, Va i t. p. metali półszlachetnych.

W ostatnich czasach trudności przy wykonywaniu odlewów maszynowych lub specjalnych znacznie zwiększyły się, ponieważ odbiorcy stawiają odlewniom coraz to wyższe wymagania odnośnie twardości lub wytrzymałości tworzywa w odlewach żeliwnych.

Dla odlewni dysponujących jedynie zwykłym żelivem, trudności te są nietylko natury technicznej, ale również i kalkulacyjnej, gdyż klient często wymaga odlewu wysokiej jakości, proponując równocześnie b. niską cenę.

Zresztą niejednokrotnie klient wprost nie zdaje sobie sprawy ze swych żądań.

Mniejsze odlewnie o chałupniczym charakterze pracy wlewają do formy pierwsze lepsze żeliwo i na tym zabiegu kończy się produkcja tak zwanego „perlitu”, lub innego zasłyszanego gatunku żeliwa, o którego istocie zamawiający i producent bardzo często nie mają żadnego pojęcia.

Natomiast większe odlewnie przeważnie starają się zadośćuczynić wszystkim żądaniom klienta.

Odlewniom tym przy wykonywaniu odlewów żądanej jakości duże usługi może okazać ochładzalnik (kokila), który w rękach doświadczonego odlewnika jest potężnym środkiem do zwalczania wad, wymienionych na początku niniejszego artykułu, jak również do nadania odlewowi wymaganych własności.

Tworzenie się jamy usadowej spowodowane jest zmianą objętości między ciekłym i krzepnącym metalem.

W pierwszej fazie po wlewniu żeliwa do formy następuje nawet pewne powiększenie jego objętości. Ta własność żeliwa powoduje dobre wypełnianie formy. C. Ebbefeld i P. Bardenheuer¹⁾ tłumaczą to zjawisko zmniejszoną zdolnością rozpuszczania się gazów w krzepnącym żelivie. Inni badacze uważają, że jest to skutek grafityzacji żeliwa podczas stygnięcia.

Metal wleany do formy oziębia się od jej ścian, tworząc ciekłą skorupę, która otacza ciekły materiał.

Kurcząc się dalej, w miarę dalszego stygnięcia, i nie mogąc po skrzepnięciu wypełnić przestrzeni w obrębie początkowo stężałej skorupy, żeliwo pozostawia puste miejsca — jamy usadowe. Zjawisko to występuje najczęściej w pogrubionych częściach odlewu, towarzyszy mu gruboziarnisty grafit, wydzielony wskutek najdłuższego krzepnięcia żeliwa w tem miejscu, oraz znajdujących się w ciekłym żelivie, normalnie wytopionem, grubszych cząstek grafitu (osrodków krystalizacji grafitu).

Przez zastosowanie w formie ochładzalników (kokilek) dobrze odprowadzających ciepło, przyspieszamy krzepnięcie metalu i jama usadowa nie powstaje.

Powodując szybkie skrzepnięcie żeliwa otrzymamy drobnoziarnistą strukturę metalu (ściśły odlew), gdyż na wielkość cząstek grafitu, wydzielającego się z karbidu (Fe₃C), gruboziarniste zarodki grafitu nie zdążą wyrzucić swego ujemnego wpływu.

Oczywiście, że otrzymamy odlew dostatecznie miękki tylko w tym wypadku, gdy zastosujemy kokilę odpowiednich wymiarów.

¹⁾ E. Piwowarski: Hochwertiger Grauguss.

O ile przez nieprawidłowe zastosowanie kokili odlew nadmiernie się utwardzi, może być również zużyty, lecz tylko po uprzednim wyżarzeniu. Zabicie ten wymaga odpowiednich urządzeń i związany jest ze znacznymi kosztami.

Odlewy, sporządzone ze zwykłego żeliwa maszynowego, w razie nierównomiernej grubości ścianek wykazują w poszczególnych miejscach znaczne wahania twardości. Cienkie części odlewu będą zawsze twardsze od części grubszych. Ta własność żeliwa jest bardzo szkodliwa w budowie maszyn, gdzie zależy na otrzymaniu takiego odlewu, któryby posiadał większą twardość w grubszych przekrojach, na prowadnicach. O ile skład żeliwa przystosujemy do twardości wymaganej na grubych prowadnicach, to cieńszą część odlewu otrzymamy zbyt twardą i z dużymi naprężeniami wewnętrznymi. Odlew taki łatwo może pęknąć, a w każdym razie będzie miał skłonności do krzywienia się.

O ile jednak do omawianego odlewu zastosujemy miękkie żeliwo, a prowadnice sztucznie ostudzimy za pomocą kokili, otrzymamy odlew dostatecznej twardości na prowadnicach i miękki w pozostałej części. Uzyskanie miękkiego odlewu z gruboziarnistym grafitem, za wyjątkiem prowadnic, które będą twarde i ścisłe, ma tę dobrą stronę w budowie maszyn, np. obrabiarek, że odlewy takie lepiej tłumią drgania, niż odlewy w całości twarde i ścisłe.

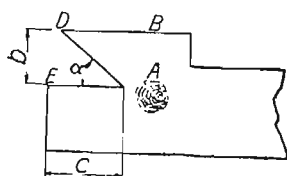
Zauważono również, że materiał w odlewie od strony chłodzonej przez kokilę jest z reguły zdrowy, t. j. nie posiada pęcherzy gazowych i zanieczyszczeń. Tłomaczy się to tem, że wobec szybkiego krzepnięcia gazy nie mają czasu na wydzielenie się z żeliwa, a żużel i inne zanieczyszczenia, np. cząstki oberwanej formy piaskowej, zmuszone są omijać części odlewu, szybko krzepnące pod działaniem kokili.

Materiałem, stosowanym na kokile, jest przeważnie zwykłe maszynowe żeliwo, odlewane do mokrych form. Budowa żeliwa w kokilach winna być ścisła ponieważ wszelkie pory mogą zawierać wilgoć, rdzę i inne zanieczyszczenia, szkodliwie wpływające na jakość odlewu.

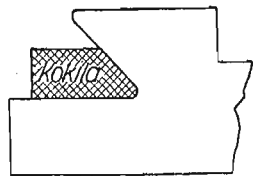
W wypadku, gdy miejsca ochładzane w odlewie mają przekroje nieregularne, wymiary ochładzalników powinny być dopasowane do tych przekrojów.

W dalszym ciągu omówimy parę przykładów stosowania ochładzalników.

Rysunek 1 przedstawia prowadnicę suportu obrabiarki. W niebezpiecznym miejscu A pragniemy zapobiec utworzeniu się jamy usadowej.



Rys. 1.

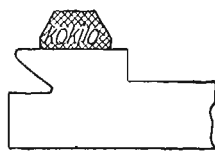


Rys. 2.

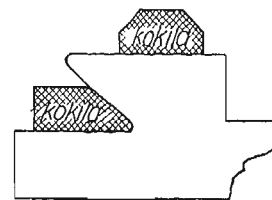
Jeżeli wysokość b prowadnicy, wymiar c i kąt α pozwalają na wprowadzenie w kąt α kokili, t. j. gdy nie zachodzi niebezpieczeństwo nadmiernego utwardzenia krawędzi D i E , stosujemy konstrukcję kokili, pokazaną na rys. 2.

Gdy natomiast ze względów wymiarowych kokila nie może być wprowadzona w kąt α chłodzenie rozwiązuje się jak na rys. 3.

O ile prócz zapobiegnięcia tworzenia się jamy usadowej pragniemy również utwardzić prowadnicę, to kokile stosuje się, jak na rys. 4.

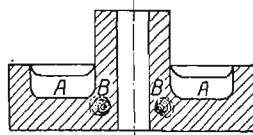


Rys. 3.

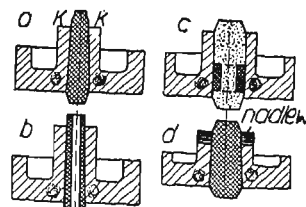


Rys. 4.

Jamy usadowe tworzą się często w piastach tarcz, jak wykazuje rys. 5, szczególnie, gdy tarcza posiada żebra A. Gdy w otworze piasty (tarcza uchwytna tokarni) mamy naciąg gwint, materiał musi tam być zupełnie zdrowy i ścisły. Osiągnąć to możemy, stosując trojakiemu rodzaju ochładzalniki: sworzeń żeliwny, rurkę lub rdzeń piaskowy z kokilami, wg rys. 6 a, b, c.



Rys. 5.



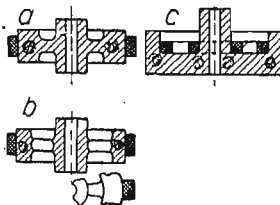
Rys. 6.

Zastosowanie sposobu a , b lub c zależy od grubości ścianki i średnicy otworu piasty. Jeżeli zachodzi obawa odbielenia się krawędzi piasty $k-k$ (poz. a), przedłużamy tę piastę, a otrzymany w ten sposób nadlew (rys. 6-d) odbcina się później.

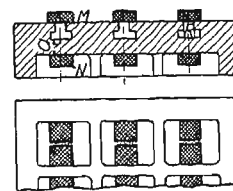
W tarczy z piastą i grubym wieńcem jamy usadowe umiejscawiają się nietylko w piastie, lecz i w wieńcu. W tym wypadku przeciwdziałamy tworzeniu się jamy usadowej przez zastosowanie kokilek pierścieniowych dzielonych, jak na rys. 7 c.

Koła zębate z ramionami i koła tarczowe zawierają zwykle jamę usadową w wieńcu w miejscu połączenia wieńca z tarczą lub ramionami.

Chłodzenie stosuje się wg rys. 7 a, b, przyczem dla koła tarczowego stosuje się pierścień chłodzą-



Rys. 7.



Rys. 8.

cy, a dla koła z ramionami — oddzielne kokile, ustawione naprzeciw ramion.

Bardzo często po wystruganiu rowków w stołach okazuje się, że dno rowka jest „rzadkie” szczególnie nad żebrami.

Stoły takie należy chłodzić, jak wskazano na rys. 8, przyczem należy zaznaczyć, że w zależności od sposobu wykonania rowków, chłodzenie zapomocą kokilek można wykonać 5 sposobami:

- 1) Rowek struga się w pełnym odlewie, wymiar a mały. W tym wypadku wystarczają kokilki N .
- 2) Wypadek jak wyżej, lecz wymiar a duży. Stosuje się równocześnie kokilki N i M .



Rys. 9. Próbką 1.
Odlewana bez kokili,
nie trawiona,
 $\times 100$.



Rys. 10. Próbką 1.
Odlewana z kokilą
nie trawiona.
 $\times 100$.



Rys. 11. Próbką 2.
Odlewana bez kokili,
trawiona 4% HNO_3
w alkoholu,
 $\times 100$.



Rys. 12. Próbką 2.
Odlewana z kokilą,
trawiona 4% HNO_3
w alkoholu,
 $\times 100$.

- 3) Rowek odlany, stosuje się kokilkę N .
- 4) O ile wymiar a jest duży, oprócz kokilki N , zamiast rdzenia piaskowego R , umieszcza się dodatkowo prostokątną kokilkę.
- 5) W wypadku dużej szerokości rowka odlewanego wystarczy kokila, umieszczona zamiast rdzenia piaskowego R .

Badania metalograficzne i mechaniczne wykazują dodatni wpływ na jakość żeliwa prawidłowo zastosowanych ochładzalników.

Nr. próbek	Sposób odlewania	Wytrż. na zgięcie R_g kg/mm^2	Strzałka ugięcia f mm	Twardość H_B	Struktura
1	Odlewana bez kokilki	38,0	0,20	164	Na tle perlitycznym bardzo długie nitki grafitu eutektyka, fosforowa i pary
2	„ „ „	38,2	0,20	165	
1	„ z kokilką	52,2	0,30	200	Na tle perlitu drobne nitki grafitu, eutektyka, fosfor. i wtrącenia niemetaliczne
2	„ „ „	49,7	0,25	196	

4TA 349	karta instrukcyjna odlewni				6	
SUWAK		twardość 200 ± 15% Brinella				
obliczenie wsadu z dn. 21 grudnia 1933 r						
Nr. wlośd SUR. kg.	C	Si	P	Mn	S	kopulak mniejszy
						uzyskana
						twardość 209
						Brinella
						dodatki
						uwagi:
						odlew oczysz-
						czony waży
						92 kg.
sposób formowania						
Stow. Mech. Polskich z Ameryki Sp. Akc. Poręba						

Rys. 13.

Pracę związaną ze stosowaniem kokilek w odlewni znacznie ułatwia wprowadzenie kart instrukcyjnych. Wzór podany na rysunku 13.

Z karty instrukcyjnej korzysta Biuro Fabrykacyjne odlewni przy planowaniu roboty dla warsztatu odlewni.

Karta instrukcyjna zawiera następujące dane:

- 1) nazwę odlewu i numer rysunku,
- 2) ciężar odlewu,
- 3) przepisana twardość z tolerancją,
- 4) uzyskaną twardość,

- 5) obliczenie wsadu,
- 6) uzyskany skład chemiczny żeliwa,
- 7) szkic, określający sposób formowania, ze wskazaniem wymiarów i miejsca zastosowania kokilek.

Karty instrukcyjne przechowywane są w kartotekach, odpowiednio posegregowane wg rodzajów odlewów, np. suporty, łoża, sanie, tarcze uchwyto-we, sprzęgła, stoły i t. p.

Przy powtarzaniu odlewu już raz wykonanego, personel Biura fabrykacyjnego przerysowuje odręcznie szkic sposobu formowania i wydaje go maj-strowi do wykonania.

Z danych dotyczących obliczenia wsadu korzysta osoba prowadząca żeliwiak.

O ile B. Fabrykacyjne otrzymuje do opracowania odlew nowy, to wyszukuje w kartotece kartę instrukcyjną, odnoszącą się do odlewu o konstruk-

cji zbliżonej, i opracowuje dla danego odlewu odpowiedni sposób formowania, korzystając z istniejącego materiału.

Kokile powinny być posortowane wg wymiaru i kształtów, co znacznie ułatwia gospodarkę pod względem oszczędnościowym.

Streszczenie.

Prawidłowo stosowane ochładzalniki są jednym z poważnych środków, stosowanych dla osiągnięcia żądanej jakości odlewu żeliwnego, nawet sporządzonego z żeliwa wysokiej jakości.

Odlewnik stosujący systematycznie kokile przyzwyczajają się do szczegółowej analizy konstrukcji odlewu, co wpływa dodatnio na zmniejszenie ilości braków.

Inż. A. AŚCIK

620 (003 / 4) 621 . 741 . 4

O niektórych warunkach technicznych na odlewy stalowe

Zagadnienia poruszone w tym artykule, odnoszą się do odlewów drobnych i cienkościennych a jednocześnie przez stawianie odpowiednio wysokich warunków odbiorczych, — do odlewów bardzo odpowiedzialnych.

Kwestja większej lub mniejszej „odpowiedzialności” odlewów jest dla doświadczonego odlewnika bardzo nieuchwytną i nieraz zupełnie inaczej interpretowaną, niż to czyni konstruktor. Zasadnicza różnica polega na tem, że odlewnik doskonale zna materiał, z którego wykonywa odlewy, doskonale wyczuwa, co ten materiał, ujęty w pewne określone kształty może dać i czego się można w odpowiednich warunkach pracy od takiego odlewu spodziewać, podczas, gdy konstruktor kieruje się tylko, z góry nieraz narzuconem rozwiązaniem konstrukcyjnym, a nie jest w stanie zorientować się w możliwościach materiałowych. Jeżeli dodamy do tego jeszcze podkreślenie dużej „odpowiedzialności” odlewów, to narzuca się wytwórcy takie metody odbiorcze, jakie tylko ma do dyspozycji dzisiejsza technika.

Pominiemy już fakty, gdy konstruktorzy nie zdają sobie sprawy, kiedy i dla jakich części należy stosować odlewy, a kiedy części kute, pominiemy również te fakty, gdy konstruktor bez porozumienia z odlewnikiem nadaje odlewom najdziwniejsze kształty, czego następstwem jest powiększona ilość braków, a w konsekwencji niedotrzymanie terminów dostawy i t. d. Wychodzimy z założenia, że przy obecnej koniunkturze konsument i materiał muszą być cierpliwi, lecz czy takie ujęcie kwestji jest realne i czy nie jesteśmy za biedni gospodarczo na stawianie pewnych bezwzględnych, zbytecznych, a co gorsza niczem nie umotywowanych wymagań, to osądzi Czytelnik zupełnie obiektywnie z załączonych niżej kilku przykładów.

Każde warunki techniczne-odbiorcze przedstawiają dla wytwórcy pewną wartość, jeżeli konsument jest przynajmniej prawie pewien, że takie a nie inne wymagania i własności wytrzymałościowe muszą być osiągnięte, aby dany przedmiot nadawał się na konstrukcję, czy też jej część, odpowiednio pracującą.

Są jednak pewne elementy, do tych właśnie należą odlewy, mniej lub więcej skomplikowane, przy których żaden konstruktor przy pomocy znanych wzorów wytrzymałościowych nie potrafi obliczyć przy jak wielkich i jakiego rodzaju siłach może nastąpić zniszczenie odlewów, nawet mało skomplikowanych pod względem kształtów.

Jeżeli dzisiaj stosuje się pewnego rodzaju odlewy o określonym składzie chemicznym, a jednocześnie i określonej orjentacyjnie wytrzymałości, to konstruktorzy doszli do tego nie zapomocą obliczeń matematycznych, lecz praktyka wielu lat wykazała, że taka a nie inna stal stosowana na te odlewy daje najlepsze wyniki. Konstruktor więc kieruje się tutaj nie danymi wytrzymałościowymi, lecz doświadczeniem, nabytem przez szereg lat przez innych, a pozatem intuicją własną.

Jeżeli zaś prócz analizy są podane własności fizyczne, np. wytrzymałość na rozerwanie i wydłużenie, to one nie charakteryzują i nie kwalifikują odlewów, lecz w małym przybliżeniu materiał, z którego są te odlewy wykonane. Są to własności przeciętne, które można osiągnąć w pewnych warunkach fabrykacyjnych, lecz nie zawsze i nie dla wszystkich odlewów.

Nie można tego uogólniać na wszystkie odlewy i wprowadzać jako regułę w postaci wąskich ramek, w których te własności muszą się zawierać, gdyż odlew, jako najbardziej elementarna forma skrzepłej stali, wskutek specyficznych warunków które są

przy odlewaniu nieuniknione, w ramki te absolutnie nie da się zamknąć.

Zresztą, czy przyszła praca odlewu stalowego stawia takie same granice? Czy wskutek swego zawilego najczęściej kształtu odlew nie jest również narażony na siły ściskające, skręcające, zgniatające, w których to wypadkach znaczenie wydłużenia jest różne?

Od czasu do czasu zdarza się w praktyce, że są trudności w osiągnięciu takich „przepisanych” własności fizycznych odlewu, a szczególnie wydłużenia. Postaramy się tutaj w sposób najbardziej obiektywny i rzeczowy opisać z punktu widzenia metalurgicznego pewne niedokładności w niektórych systemach odbiorczych ułożonych dla odlewów cienkościennych.

Próbka na rozerwanie daje przy badaniu wytrzymałościowym drobne lokalne pęknięcia, które działają, jak karby, co w rezultacie daje przedwczesne rozerwanie się materiału, przyczem najczęściej nie osiąga się wydłużenia.

Prof. Oberhoffer twierdzi (Das technische Eisen), że przyczyną tego jest zjawisko mikro-porowatości (Mikro-Lunker); mianowicie krystalizacja płynnej stali zaczyna się w określonych miejscach i kończy się, gdy twory krystaliczne, albo ziarna zetkną się ze sobą, jedno z drugim. Jeżeli krystalizacja zachodzi szybko i praktycznie we wszystkich punktach objętości, co właśnie bywa w odlewach cienkościennych, to między kryształkami pojawia się przestrzenie, które pod mikroskopem można rozróżnić, jako cienkie włoskowate szczelinki, znajdujące się na granicach kryształów. Przy badaniu więc na rozerwanie rozróżnia się pewne warstwy masy stalowej, bardzo słabo albo zupełnie nie związane ze sobą. Innymi słowy krystalizacja w cienkościennych odlewach przebiega tak szybko, że poszczególne ziarna lub kryształy nie mają czasu na takie ułożenie się, aby zapewnić normalną wzajemną spójność.

Zjawisko to jest nieuniknione i zupełnie usuwające się z pod wpływów odlewnika. Odbiorcy jednak nie biorą tego pod uwagę i jeżeli odlew posiada np. 12% wydłużenia zamiast przepisanych 15% — to przedmiot bezwzględnie ulega odrzuceniu.

Nie zadając sobie pytania, czy odlew mający 15% wydłużenia jest lepszy pod względem przydatności od odlewu o wydłużeniu 12% pragnęlibyśmy wiedzieć, czy wydłużenie przy takiej samej wytrzymałości i granicy płynności może charakteryzować jakość odlewu i czy którykolwiek odlew jest narażony w swojej pracy aż na takie warunki, w których wydłużenie nabiera większego znaczenia, t. j. czy odlew może pracować powyżej granicy płynności, wtedy gdy następują b. znaczne odkształcenia trwałe. Na to pytanie — odnośnie odlewów — należy tylko w ten sposób odpowiedzieć, że wyniki wytrzymałościowe dają tylko orientacyjne dane, co do jakości materiału i to ściśle, jak w dalszym ciągu zobaczymy, tego miejsca skąd została wzięta próbka, natomiast nie mogą służyć za podstawę do kwalifikacji przydatności odlewu. Ponieważ z drobniejszych odlewów jest wysoce utrudnione pobieranie próbek wytrzy-

małościowych, przeto odlewa się osobne, o specjalnym kształcie bloczki, z których następnie pobiera się próbki i na podstawie tych wyników kwalifikuje się całe partje odlewów. Ten fakt umożliwia niedokładności oraz nieracjonalności odlewu, gdyż kwalifikuje się jedynie próbki, a nie odlewy. Jesteśmy pewni, że większa część odlewów, zakwalifikowanych na podstawie danych wytrzymałościowych próbek, nie da i nie jest w stanie dać tych własności (zwłaszcza wydłużenia), co próbka.

W dalszym ciągu na umotywowanie tego, przytoczymy inne zdanie prof. Oberhoffera, że należy zawsze mieć na względzie, że przy tym samym składzie chemicznym odlewy o różnych grubościach ścianek, bądź też wszystkie części jednego i tego samego odlewu mające różną grubość, nie mogą wykazywać jednakowych własności mechanicznych, gdyż posiadają różny wyjściowy stan strukturalny.

Jeżeli tak, to czyż próbka osobno lana jest miarodajną dla odbioru odlewów? Wszak niema sposobu na odbiór wytrzymałościowy pojedynczego odlewu, a cóż dopiero mówić o serjach odlewów.

Należy również wspomnieć, że na jakość struktury wyjściowej wpływa temperatura lania. Odlewy najpierw zalewane, a więc o wyższej temperaturze lania będą miały inną strukturę wyjściową (gorszą), niż odlewy zalane tego samego spustu. Tem samym więc odlew lany wprawdzie może wykazać własności mechaniczne zupełnie różne od odlewu zalanego resztką wytopu.

Pozatem często zdarza się, że wymagania odnośnie wydłużenia odlewów stalowych są tak wysokie, że przekraczają nawet wymagania dla materiałów walcowanych, bardzo silnie wzmocnionych przez przeróbkę plastyczną. Np. żąda się przy $R = 60 \text{ kg/mm}^2$ — $A_{10} = \text{min. } 20\%$, podczas gdy dla materiału walcowanego min. jest 18%.

Tego rodzaju ujęcie odbioru odlewów drobnych jest często przyczyną wielu nieporozumień między wytwórcą a odbiorcą, wprowadzając brak wzajemnego zaufania. Najgorszym jednak objawem jest fakt, że konsument zazwyczaj jest zdania, iż wytwórca może zadośćuczynić w pełni jego wymaganiom, gdy w rzeczywistości wytwórca nie jest w stanie tego wykonać, bo poprostu prawo natury na to nie pozwala.

Reasumując wszystko, co się odnosi do odbioru wytrzymałościowego drobnych odlewów stalowych stwierdzamy, co następuje:

1. Dla odlewów cienkościennych próbka wytrzymałościowa, wykonana z bloczka osobno lanego, nie kwalifikuje wytrzymałości odlewów, lecz tylko bloczek, z którego została wykonana.
2. Próbka wytrzymałościowa, pobrana z samego odlewu, kwalifikuje wytrzymałościowo przede wszystkim to miejsce odlewu, z którego została pobrana, względnie najbliższe jego okolice, natomiast nie kwalifikuje innych odlewów tego samego spustu.
3. Czy wogóle próbka wytrzymałościowa jest konieczna do kwalifikacji, jeżeli zbada się:
 - a) skład chemiczny stali,

- b) jakość normalizacji (złom, szlif)
c) twardość *Brinell'a*.

Uważając dalej, że sprawa ta ma znaczenie nie tylko techniczne — dzięki temu, że jest bardzo ciekawym zagadnieniem technologicznym, ale i gospodarcze, zwracamy się do III Zjazdu Odlewników, aby w kwestji tej, jako zasadniczej dla odlewnika, wypowiedział się zdecydowanie i aby problem ten w jakiejkolwiek formie doszedł do wiadomości wszystkich instytucyj zainteresowanych w dziale odlewnictwa stalowego, celem zajęcia odpowiedniego stanowiska odnośnie praktyki odlewniczej.

Niezależnie od tego należałoby przeprowadzić dokładniejsze badania na odlewach i na bloczkach osobno lanych z tego samego wytopu. Stronę badawczą tego zagadnienia należałoby powierzyć jednej z placówek naukowych, przyczem materiałów do tego niewątpliwie dostarczyłyby wszystkie odlewnie krajowe.

Przewidujemy że wynik będzie zgodny z twierdzeniami, zawartymi w niniejszym artykule, czego wynikiem będzie znacznie uproszczony odbiór i zmniejszenie kosztów prób, a przede wszystkim zmniejszenie ilości rzekomych braków, w czem właśnie leży gospodarcze znaczenie tego zagadnienia.

W dalszym ciągu pragniemy zastanowić się nad jeszcze jedną metodą odbiorczą odlewów staliwnych, a mianowicie nad prześwietlaniem promieniami *Roentgena*.

Metoda ta, racjonalnie stosowana, może dawać nieocenione korzyści, jednak nadużycie jej przynosi bezwzględnie szkody, które kosztują przemysł bardzo poważne sumy.

Jak wiadomo, służy ona do wykrywania wad w odlewach w postaci dziur, jam usadowych, pęcherzy i wszelkich uszkodzeń.

Dzisiaj sprawa jest tak postawiona, że te warunki, które przewidują prześwietlanie promieniami *Roentgena* przeważnie nie zawierają żadnych tolerancyj, co do dziur wewnętrznych; jeżeli zaś istnieje pewna dopuszczalność takich wad, to jest ona nacechowana taką bojaźnią i niepewnością techniczną, że żadnej ulgi odlewnikowi właściwie nie daje.

Postawmy sobie pytanie, czy wewnętrzne pory — oczywiście o pewnym niedużym nasileniu — naprawdę dyskwalifikują odlew?

Należałoby odpowiedzieć, że jeżeli grozi to zniszczeniem odlewu w czasie jego pracy, to bezwzględnie tak. Jednak ani w kraju, ani zagranicą nie zdarzyło się, aby z powodu porowatych odlewów stał się jakikolwiek wypadek. Odwrotnie, są nam znane wypadki, które niżej przytoczymy, że odlewy porowate nie ustępują w niczem, a nawet przewyższają jakościowo odlewy zupełnie zdrowe i całe.

Przykład 1: przed kilkoma laty, kiedy w Polsce zaczęto na większą skalę produkować ogniwa ze stali *Hadfielda* do małych czołgów, wynikła kwestja, prześwietlania każdego ogniwa promieniami *Roentgena*. Oczywiście zdarzały się braki z powodu porowatości, wywołanej pęcherzykami gazowymi. Na prośbę jednej z hut założono na czołg gąsien-

nice składające się z zabrakowanych przy badaniu rentgenowskim ogniów, aby przekonać się, jakiego rodzaju zniszczenia występują na rzekomo wadliwych odlewach.

Czołg przejechał 1500 km i żadne z ogniów nie pękło. Niestety, nie stało się to powodem do radykalnych zmian warunków technicznych odbioru. Jest to przykład, który wyraźnie mówi, że odlewy o pewnych wadach, odrzucane po prześwietleniu przez promienie *Roentgena*, nie ustępują w niczem odlewom zupełnie zdrowym.

Przykład 2: koła do wagonów i lokomotyw. Jest to odlew naprawdę b. odpowiedzialny i pracujący w trudnych warunkach.

Gdybyśmy zechcieli prześwietlić odlewy promieniami *Roentgena*, to napewno stwierdzilibyśmy, że w miejscach, gdzie żebra łączą się z piastą i wieńcem, istnieją w bardzo wielu wypadkach wewnętrzne dziury, w postaci jamy usadowej.

Jednakże nieznane nam są wypadki, aby kiedykolwiek stało się to przyczyną katastrofy.

Przykład 3: haki orczykowe, stosowane do uprząży konnej artylerji. Praca ich jest prosta. Podlegają mianowicie rozciąganiu, przyczem maksymalna siła, działająca na jeden hak, wynosi 500 kg.

Warunki techniczne przewidują odbiór przez promienie *Roentgena*.

W środku haka istnieje pewne zgrubienie, w którym zazwyczaj tworzy się b. łatwo jama usadowa.

Odlano w nowym wypadku w dwóch skrzynkach kilkanaście haków, przyczem okazało się, że niektóre z nich mają w tem miejscu jamy usadowe. Oczywiście haki zabrakowano. Ponieważ hak pracuje tylko na rozciąganie, można było b. łatwo sprawdzić szkodliwość tej wady i poddano haki rozciąganiu na maszynie *Amslera*. Wynik był taki, że haki zdrowe rozerwały się przy obciążeniu średnim 4200 kg, zaś haki zabrakowane (dziurawe) przy obciążeniu średnim 4700 kg.

Oto przykład, który udowodni, że nie zawsze jest miarodajny wynik prześwietlania promieniami *Roentgena*.

Przyczyna lepszych wyników „dziurawych” haków polegała na tem, że były one zalane stałą zimniejszą, wskutek czego pierwotna krystalizacja była drobniejsza, co oczywiście ma wpływ dodatni na wytrzymałość.

Zagranicą wogóle nie prześwietla się przy odbiorze tego typu odlewów, co u nas. Jeżeli dziura ukaże się przy obróbce mechanicznej, można ją zaspawać — co u nas robi się tylko wyjątkowo.

Często też odlew kosztuje kilkanaście złotych, zaś obróbka mechaniczna — do czasu wykrycia jakiegokolwiek pory — kilkadziesiąt złotych, jednakże odlew jest odrzucony.

Ponieważ obecnie spawane są całe budowle, hale fabryczne, mosty, kolwice okrętowe, obręcze artyleryjskie — a więc części, które naprawdę, podobnie jak koła kolejowe, pracują w ciężkich warunkach, tembardziej niezrozumiałą jest zakaz spawania odlewów, w których spoiwo w 90% ma tylko znaczenie optyczne, a nie wpływa wcale na wytrzymałość odlewów.

Na podstawie tych kilku przykładów można powiedzieć, że istniejące obecnie niektóre warunki

techniczne, niezależnie od tego do czego się odnosi, są w wielu wypadkach zbyt teoretycznie ujęte i przekraczają nietylko możliwości wykonania, ale nawet rzeczywiste potrzeby, dla których są układane. Są one zbiorem daleko posuniętych rozważań teoretycznych, niezwiązanych z praktyką przemysłową, podczas gdy winny być ułożone na podstawie doświadczenia warsztatu, który umie różnić rzeczy potrzebne i zbędne.

Zdajemy sobie doskonale sprawę, że pewne zagadnienia techniczne nie dadzą się ująć w ramy warunków technicznych i należy je traktować z większą ostrożnością i bardziej ogólnie.

Z drugiej jednak strony, pokutują do dziś dnia pewne przesadzone wymagania, o których racji bytu, o ile nie można było zdecydować przy uruchomieniu nowych placówek w młodym technicznie państwie, o tyle na podstawie obecnej, kilkunastoletniej już pracy, można je poddać gruntownej rewizji.

Naczelnym hasłem dobrego technika powinno być całkowite wykorzystanie materiału, a nie wybieranie tylko tego, co zasługuje na ocenę bardzo dobrą. Istnieje jeszcze jedno poważne zastrzeżenie, mające znaczenie dla obrony Państwa; mianowicie wielu techników zdaje sobie sprawę, że wymagania u nas są zbyt wysokie. Mówi się też o tem, że w chwilach krytycznych, kiedy będzie chodziło o ilość, wymagania te się złagodzą. Jednak narazie nie wiemy, jak daleko możemy iść z wymaganiami w dół, a doświadczeń tego rodzaju nie wolno nam odkładać.

Pokutuje również zdanie, że wysokie wymagania zmusiły przemysł do dołożenia wszelkich starań, aby im sprostać. Zdanie to jest słuszne tylko w nielicznych wypadkach, argument zaś, że fabryki mechaniczne otrzymują coraz lepsze materiały tłumaczy się istotnie tem, że przemysł rozwinął bardzo daleko idącą kontrolę wewnętrzną, która nie dopuszcza materiałów nietylko złych, ale nawet wątpliwych.

Streszczenie.

Na podstawie własnych doświadczeń i opinii prof. *Oberhoffera* dochodzimy do wniosku, że nie ma praktycznej metody odbioru wytrzymałościowego drobnych i cienkościennych odlewów stalowych, gdyż ani próbka z osobnego bloczka, ani z odlewu nie dają pojęcia o istotnej wartości odlewu.

Pojęcie mocy odlewu u nas nie jest dostatecznie skryształizowane. Wysokie wymagania, aż do przestawiania promieniami *Roentgena*, bardzo często kwalifikują odlewy złe, a dyskwalifikują dobre, a w każdym razie rzadko są miarodajne do określenia przydatności odlewu.

Nieuzasadniony jest zakaz spawania pewnych odlewów, przeznaczonych na części nieodpowiedzialne.

Obecne wymagania odbijają się w bardzo znacznym stopniu na rozwoju gospodarczym kraju, a w chwilach krytycznych dla Państwa będą hamulcem dla rozwinięcia ilościowego produkcji.

Uważamy za zupełnie wystarczające do kwalifikacji drobnych i cienkościennych odlewów, bez względu na ich odpowiedzialność, zbadanie:

- a) składu chemicznego stali, który daje jednocześnie zupełnie wystarczającą orientację co do własności wytrzymałościowych;
- b) jakości normalizacji (złom, szlif);
- c) twardości, która daje pojęcie o wytrzymałości i o jakości normalizacji;
- d) stosowanie promieni *Roentgena* tylko w tych wypadkach, gdy zachodzi obawa, że w pewnych odlewach mogą okazać się w czasie obróbki mechanicznej dziury w takich miejscach, które ze względu na skomplikowany kształt nie dadzą się zaspawać, a odlew w tych miejscach musi być koniecznie pełny.

Inż. A. LUKOWSKI

66.094.6/7:669.787

Proces zasadowy i kwaśny dla odlewów stalowych

W stosunkowo krótkim czasie, bo zaledwie po trzydziestu kilku latach, jeżeli liczyć od ukazania się pierwszych pieców elektrycznych *Heroult'a* i *Stassano* do wytwarzania stali, ilość ich, rozrzucona po całym świecie, wzrosła do pokaźnej cyfry ok. 1500. Wyjątkowo duży przyrost pieców elektrycznych można było zaobserwować podczas wojny i zaraz po wojnie europejskiej. Jest rzeczą ciekawą, że z dwóch sposobów wytwarzania stali na odlewy: kwaśnego i zasadowego, pierwszy rozpowszechnił się w St. Zjedn. Am. Półn. narówni z drugim. Kwaśne piece pojemności 1—3 tonn rozpowszechniły się specjalnie w odlewniach staliwa, produkujących drobne odlewy. Tymczasem w Europie prawie wyłącznie jest stosowana zasadowa wyprawa pieca. Powyższe zjawisko można wytłómaczyć tem, że podczas największego rozpowszechnienia się pie-

ców elektrycznych (1915—1918) dawał się w St. Zjedn. odczuwać brak zasadowych materiałów ogniotrwałych. Z konieczności zatem dawano wyprawę kwaśną. Osiągnięte dobre wyniki otrzymywania staliwa na kwaśnej wyprawie sprawiły, że i po wojnie utrzymano wyprawę kwaśną. Jako okoliczność sprzyjającą należy wymienić łatwość otrzymania na rynku amerykańskim w dowolnych ilościach złomu odpowiedniego dla kwaśnego pieca. W Europie rynek złomu nie jest uporządkowany i trudno jest otrzymać złom o żądanym składzie chemicznym. Ta okoliczność, jak również brak doświadczenia i zaufania do kwaśnego procesu sprawiły, że jest on bardzo mało rozpowszechniony. Należy mieć nadzieję, że kwaśny sposób wytwarzania stali zyska u nas w przyszłości szersze zastosowanie, ze względu na swe zalety.

Jak to powszechnie wiadomo, podczas okresu

świeżenia w piecu zasadowym zachodzi spalanie składników w następującej kolejności: 1) Krzem spala się praktycznie zupełnie, utleniając się na SiO_2 i tworząc z żużłem krzemiany wapnia; 2) Mangan utlenia się również łatwo, lecz niezupełnie. Ilość jego, pozostająca w kąpeli, zależna jest od równowagi, jaka ustala się między zawartością Mn w stali, a zawartością MnO w żużlu i wynosi 0,15—0,25%; 3) Fosfor, który w żelazie znajduje się pod postacią Fe_3P , utlenia się w myśl równania $2 \text{Fe}_3\text{P} + 8 \text{FeO} = (\text{FeO})_3\text{P}_2\text{O}_5 + 11 \text{Fe}$, a następnie łącząc się z CaO żużla daje związek $(\text{FeO})_3\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{CaO} = (\text{CaO})_3\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{FeO}$ — fosforan wapnia — trwały w silnie zasadowym żużlu. Ilość P w stali można obniżyć w zależności od rudowania poniżej 0,02 względnie 0,01%. Po fosforze spala się węgiel. W tym okresie wytwarzania stali zostaje również usunięta częściowo siarka (20% zawartej we wsadzie), która jako MnS przechodzi do żużla. Główne odsiarczenie następuje jednak dopiero w okresie redukcji, za pomocą żużla karbidowego, w myśl reakcji: $\text{CaC}_2 + 2 \text{CaO} + 2 \text{Fe}(\text{Mn})\text{S} = 3 \text{CaS} + 2 \text{CO} + 3 \text{Fe}(\text{Mn})$. Ilość siarki w stali można obniżyć w ten sposób do zawartości poniżej 0,01%. Z powyższego wynika, że fosfor i siarka dają się w procesie zasadowym łatwo usunąć i dlatego kwestja złomu do wyrobu stali zasadowej nie stwarza żadnych trudności.

Inaczej przedstawia się sprawa w procesie kwaśnym, w którym rudowania wogóle należałoby unikać, gdyż przebiega ono bardzo opornie, wymaga dużo czasu, a następnie zjada wyprawę pieca. Fosforu w obecności SiO_2 żużla usunąć się nie da, gdyż w myśl reakcji $(\text{CaO})_3\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{SiO}_2 = 3 \text{CaOSiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$ i $\text{P}_2\text{O}_5 + 5 \text{Fe} = 2 \text{P} + 5 \text{FeO}$ fosfor przejdzie spowrotem do kąpeli, pozostanie więc on, jak również i siarka, praktycznie biorąc bez zmian. Zawartość procentowa tych szkodliwych składników w stali będzie więc taka sama, jak we wsadzie do pieca.

Z tych przyczyn wynika konieczność dobierania specjalnego złomu do wsadu i to jest złą stroną procesu kwaśnego.

Trudność tę można ominąć w sposób, jaki zastosowała u siebie jedna z odlewni w Warszawie. Wytwarzanie staliwa w piecu elektrycznym należy podzielić na dwa okresy, w ten sposób, aby w pierwszym wytwarzać je na zasadowej, w drugim — na kwaśnej wyprawie. Wiadomo, że ok. 50% wytwarzanej w odlewni staliwa stali wraca do ponownego przetopienia, jako leje i nadlewy. Magazynując je w pierwszym okresie stworzymy w krótkim czasie zapas pierwszorzędnego złomu do kwaśnego biegu pieca. Zasadowym złomem należy jednak gospodarować oszczędnie. Na wsad do pieca nie używa się wyłącznie tego złomu, lecz również złomu innego. Np. na wsad 4,5 tonn można dać 2000 kg złomu zasadowego, 1500 kg — miękkiego martenowskiego i 1000 kg wiórów. W ten sposób każdy wsad zasadowy daje nam możliwość wykonania jednego spustu na kwaśnej wyprawie. Oczywiście skład wsadu do pieca dobiera się w ten sposób, aby zawartość P i S w otrzymanym staliwie nie przekraczała dopuszczalnych

ilości. Nie przedstawia to trudności, tembardziej, że, jak wykazały badania *Bardenhauer'a*¹⁾, dopiero zawartość $\text{P} + \text{S} > 0,1\%$ odbija się niekorzystnie na własnościach mechanicznych staliwa i może spowodować pęknięcia w bardziej skomplikowanych i cienkościennych odlewach. Dla wprowadzenia tego sposobu wytwarzania staliwa, odlewnia musi rozporządzać dwoma kotłami (koszt nowego kotła do 5-tonnego pieca *Heroult'a* wynosi ok. 8000 zł.). Zasadową wyprawę daje się z magnezytu, gdyż dolomitowa uległaby w krótkim czasie zwiertzeniu. Zamiana jednego kotła na drugi nie przedstawia trudności i da się skutecznie za pomocą suwnicy w ciągu niespełna godziny. W razie więc potrzeby (wsad manganowy, lub inny stopowy), można w ciągu jednego dnia wykonać spust na wyprawie kwaśnej i zasadowej.

Omówiwszy w ten sposób sprawę wsadu do pieca, przejdźmy obecnie do wyszczególnienia zalet kwaśnego procesu otrzymywania staliwa, przy czem zaznaczyć należy, że chodzi tu o otrzymywanie staliwa węglowego o zawartości C powyżej 0,20%. Miękkie gatunki staliwa (do 0,15% C) trudniej otrzymać, tak ze względu na konieczność rudowania, jak nawęglania, które zachodzi wskutek „uderzeń”. „Uderzenia” te, w okresie redukcji, spowodowane są małą zdolnością przewodzenia prądu przez kwaśny żużel, wskutek czego, elektrody zanurzając się za głęboko, dotykają stali. Niekorzystne to zjawisko można w pewnej mierze usunąć, stosując odpowiednie napięcie prądu roboczego, oraz podsypując pod elektrody pewną ilość wapna.

W tabeli 1 mamy zestawione wady i zalety zasadowego i kwaśnego sposobu wytwarzania staliwa.

Przejdźmy obecnie do odtleniania. Zauważono, że stal zasadowa, odtleniona dobrze za pomocą żużla karbidowego, ma lepsze własności mechaniczne (szczególnie wydłużenie) i jest płynniejszą od stali, która została odtleniona przy pomocy FeSi. Naturalnie, pierwsza będzie równocześnie zawierała mniej siarki; z tego powodu często dobre własności stali zasadowej przypisują małej zawartości w niej siarki, chociaż, najprawdopodobniej, należy je przypisać dobremu odtlenieniu. Odtlenienie stali zachodzi w procesie kwaśnym łatwiej i szybciej, niż w zasadowym. Opiera się ono na dwóch czynnikach: 1) dużej zdolności pochłaniania tlenków przez kwaśny żużel, przyczem llenki te są trwale związane, gdyż stopień dysocjacji krzemianów jest bardzo mały, i 2) energicznym odtlenianiu krzemem „in statu nascendi”, który w wyższych temperaturach redukuje się z krzemionki żużla i wyprawy pieca i przechodząc do stali — odtlenia ją. Dobre odtlenienie kąpeli w kwaśnym procesie zachodzi automatycznie i wymaga, w porównaniu z procesem zasadowym, znacznie krótszego czasu. Odtlenienie w procesie zasadowym jest trudniejsze do przeprowadzenia. Wymaga ono zrobienia dobrego żużla, przy czem należy nań w ciągu całego biegu odtleniania i ra-

¹⁾ E. Piwowarški, Giesserei 1929, 31.

TABELA 1.

Porównanie kwaśnego i zasadowego biegu pieca elektrycznego				
	Zasadowy bieg pieca	Zalety		Kwaśny bieg pieca
		zasad.	kwaśny	
Wsad do pieca	Złom i wióry, dopuszczalna zawartość P i S do 0,1%	+	—	Złom i wióry, zawartość P i S nie wyżej 0,04%
Wyprawa pieca	Dolomit lub magnezyt palony, środek wiążący smoła bezwodna	—	+	Masa kwarcytowa, piasek—trwalsze i tańsze od wyprawy zasadowej
Dokrywa pieca i sklepiencko	Dynasowa starczy na 40 spustów	—	+	Dynasowa, starczy na 120 spustów
Rozchód prądu kWh	Przy ciągłym ruchu pieca 800 Przy przeryw. 1100	—	+	Przy ciągłym ruchu 650 „ przeryw. „ 900
Rozchód elektrod	Proporcjonalnie do rozchodu prądu	—	+	Proporcjonalnie do rozchodu prądu
Czas trwania spustu	5 ³⁰ do 6 ⁰⁰ godz.	—	+	4 ⁰⁰ do 4 ³⁰ godz.
Odtlenianie	Zachodzi trudniej	—	+	Zachodzi automatycznie

finacji zwracać baczną uwagę. Wreszcie, jak już wspominaliśmy, trwa znacznie dłużej.

Na zasadzie zebranych danych można ustalić, że czas trwania spustu na kwaśnej wyprawie wynosi 4 do 4,5 godzin, gdy tymczasem na zasadowej wyprawie 5,5 do 6 godzin. Ma to duże znaczenie, jeżeli chodzi o wyzyskanie pieca. W tym samym okresie czasu można wykonać na kwaśnej wyprawie więcej spustów, niż na zasadowej.

W związku z czasem trwania procesu ustala się rozchód prądu i elektrod; stanowi ono jak wiadomo, ok. 50% ogólnych kosztów wytwarzania staliwa w piecu elektrycznym. W tabeli 2 zestawione są dane dotyczące rozchodu prądu, elektrod i czasu trwania spustu dla zasadowego i kwaśnego biegu pieca. Wynika z nich, że dla kwaśnego biegu rozchód prądu jest mniejszy o ok. 150 kWg/t, zaś elektrod o ok. 1,1 kg/t.

Jeżeli teraz kolejno przejrzymy inne pozycje wydatków, związanych z produkcją staliwa w kwaśnym i zasadowym piecu elektrycznym, to okaże się, że dla kwaśnego biegu są one niższe. Tabela 3 uwidoczni zestawienie kosztu materia-

łów pomocniczych topienia dla 4,5 tonnowego spustu zasadowego i kwaśnego. Widać z niej, że materiały te dla kwaśnego pieca kosztują o 36 zł. mniej, niż dla zasadowego.

TABELA 3.

Zestawienie kosztów pomocniczych do topienia przy zasadowym i kwaśnym biegu pieca elektrycznego dla 1 wsadu 4,5 tonu.					
M A T E R J A Ł	Cena gr./kg	Zasadowy		Kwaśny	
		spożyto kg	wartość zł.	spożyto kg	wartość zł.
Wapno palone	4,9	200	9,80	20	0,98
Fluoryt	12,8	40	5,12	—	—
Koks naftowy	12,0	25	3,00	—	—
Ruda	10,7	100	10,70	100	10,70
Dolomit	7,4	80	5,92	—	—
Fe Mn	75,0	25	18,70	25	18,70
FeSi	69,0	40	28,00	20	14,00
Aluminium	3,80 zł.	5	19,00	5	19,00
Piasek na żużel i do reperacji	8 zł/t	—	—	160	1,28
Razem			100,24		64,66

TABELA 2.

Porównanie rozchodu prądu, elektrod i czasu trwania spustu zasadow. i kwaśnego biegu pieca	Piec zasadowy	Piec kwaśny
Przetopiono t	117142	99043
Do stopienia rozchodowano kWh	106599	74480
Na 1 tonnę wsadu rozchodowano kWh	910	752
Ogólny czas pracy pieca godz.	160 ¹⁰	99 ⁴⁵
Czas pracy pieca na 1 wsad godz.	6 ¹⁰	4 ³²
Ogólny rozchód elektrod kg	679	465
Rozchód elektrod na 1 tonnę wsadu kg	5,8	4,7

Uwaga: w ciągu miesiąca wykonano na wyprawie zasadowej 26 spustów, na kwaśnej — 22.

Dalsze oszczędności będziemy mieli na sklepieniu, które kosztuje ok. 1250 zł. i które wytrzyma, w zależności od ilości spustów, przy zasadowym biegu przeciętnie 40 spustów, zaś przy kwaśnym — 120, na wymurowaniu kadzi do lania, na wyprawie pieca, a także na zmniejszonych wydatkach na robociznę.

Dodać wreszcie należy, że kwaśna stal jest płynniejsza od zasadowej, co ma duże znaczenie przy ręcznym rozlewaniu staliwa do form. Jeżeli zaś chodzi o własności mechaniczne, to badania E. Wüstla¹⁾, przeprowadzone nad stałą kwaśną i zasadową o identycznym składzie chemicznym, nie wykazały przewagi jednej nad drugą.

Na zakończenie należy zaznaczyć, że kolejny

¹⁾ E. Piwowarski, Giesserei 1929, 31.

sposób wytwarzania staliwa raz w zasadowym, raz w kwaśnym piecu, wymaga dobrze wyszkolonej obsługi pieca, wzmożonej kontroli nad materiałami ogniotrwałymi do wymurowania pieca, jak również nad składem złomu.

Wnioski.

1) Kwaśne staliwo jest tańsze od zasadowego, nie ustępując mu pod względem własności mecha-

nicznych, a przewyższając pod względem płynności.

2) Leje i nadlewy pochodzenia zasadowego należy magazynować, aby je następnie użyć do kwaśnego biegu pieca.

3) Odlewnia, która złom z pieca zasadowego przetapia ponownie w piecu zasadowym, pracuje nieekonomicznie, gdyż używając go do kwaśnego pieca może produkować staliwo taniej.

Inż. M. SKARBIŃSKI.

669 . 18 : 621 . 74

Procesy fizyko-chemiczne przy odtlenianiu stali i wnioski dla praktyki odlewniczej

Pod słowem „odtlenianie” rozumiemy usunięcie z płynnej stali rozpuszczonych w niej tlenków. Istnieją trzy zasadnicze metody odtleniania.

Przy pierwszej, t. zw. „odtlenianiu przez dyfuzję” stal znajduje się w kontakcie z żużłem, który zawiera bardzo mało tlenku żelaza; tlenek żelaza ze stali przechodzi do żużła aż do chwili ustalenia pewnego stanu równowagi zgodnie z prawem działania mas. Tlen z żużła usuwamy przez działanie środkami redukującymi.

Druga metoda polega na wprowadzeniu do płynnej stali środków odtleniających, które powodują rozkład tlenku żelaza; tworzą się związki chemiczne, które stanowią zawieszinę wewnątrz kąpieli stali. Powoli, pod wpływem różnicy ciężaru gatunkowego, zanieczyszczenia wydobywają się na powierzchnię stali i przechodzą do żużła. Metodę tę nazwiemy odtlenianiem „przez strącanie”, analogicznie do stosowanego często w chemicznej praktyce laboratoryjnej strącania osadu z roztworu przez dodanie odczynnika.

Trzeci sposób odtleniania stali polega na redukcji zapomocą węgla; produktem odtleniania jest tlenek węgla.

Odtlenianie przez dyfuzję.

Przejście tlenu ze stali do żużła pozbawionego tlenku żelaza następuje pod wpływem dyfuzji; proces przebiega zgodnie z prawem podziału (prawa *Nernsta*): w płaszczyźnie styku z żużłem metal ubożeje w tlenek żelaza, który napływa z niżej położonych warstw stali dopóty, póki nie zostanie wyrównany spadek stężenia. Zawartość tlenu w żużlu rośnie aż do chwili osiągnięcia równowagi określonej równaniem:

$$[FeO] = L_{FeO} \cdot (FeO), \dots (1)$$

przyczem symbole w nawiasach okrągłych oznaczają stężenie odpowiedniego wolnego związku w żużlu, symbole w nawiasach kwadratowych — stężenie w kąpieli stalowej. L_{FeO} jest współczynnikiem stałym dla danej temperatury, określonym wzorem: $L_{FeO} = [FeO] : (FeO) = 0,38 \cdot 10^{-4} t^{\circ}C - 0,0512$ (1')

Równanie to sprawdzone przez *Oelsena* i *Körbera* (5, 6) dla czystych żużli, składających się z tlen-

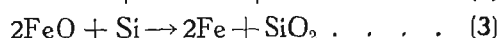
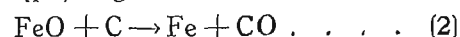
ków FeO i MnO, jest słuszne w przybliżeniu również w zastosowaniu do normalnych żużli kwaśnych i zasadowych (*H. Schenck*). Tabela 1 podaje wartości L_{FeO} przy różnych temperaturach. Według *Herty'ego* zawartość tlenku żelaza wynosi zazwyczaj w wytopach z pieców przemysłowych: w stalach całkowicie uspokojonych ok. 0,007%, w stalach nieuspokojonych ok. 0,015 - 0,02%.

TABELA 1

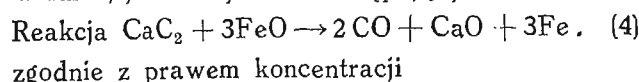
t°C	L_{FeO}
1477	0,0049
1502	0,0059
1527	0,0068
1522	0,0078
1577	0,0087
1602	0,0097
1627	0,0106
1652	0,0116
1677	0,0125
1702	0,0135

Odtlenianie przez dyfuzję jest stosowane w zasadowych piecach elektrycznych. Po możliwie dokładnym ściągnięciu ciemnego utlenionego żużła, zawierającego zanieczyszczenia fosforem, narzucamy na powierzchnię stali nowy żużel, składający się głównie z wapna palonego i fluszu. Po stopieniu żużel ten zabiera ze stali część zawartego tlenku żelaza zgodnie ze wzorem (1'). Aby reakcja mogła dalej postępować, należy zredukować tlenki zawarte w żużlu zapomocą koksu lub FeSi.

Reakcja następuje wg wzorów:



Przez dodawanie koksu i FeSi do żużła odtlenienie stali może iść znacznie dalej, niż gdyby dodatki były dorzucone wprost do stali. Dzieje się to dzięki temu, że produkty odtlenienia nie zostają w metalu. Kolor żużła staje się coraz jaśniejszy, wreszcie żużel zmienia się na „karbidowy”. Kawalek żużła rzucony na podłogę rozpada się pod wpływem wilgoci z powietrza na biały proszek, wydając charakterystyczny zapach acetylenu. Obecność karbidu należy uważać jako wskaźnik odtlenienia stali, nie zaś jako przyczynę. Wskaźnik ten jest bardzo czuły, gdyż koncentracja karbidu jest odwrotnie proporcjonalna do trzeciej potęgi stężenia tlenu żelaza w żużlu, jak to wynika z następujących wzorów:



$$(CaC_2) = \frac{P^2CO + (CaO)}{(FeO)^3} \cdot K \dots (5)$$

Gdy stal zawiera już małą ilość tlenku żelaza, dodany przez nas krzem w postaci ferrokrmu jest w stanie przejść do stali nie tworząc zawiesiny krzemionki, powstającej przez łączenie się z FeO. Jak widzimy, obecność krzemu w stali również stanowi do pewnego stopnia wskaźnik odtleniania metalu. Czas odtleniania przy pomocy „żuźła karbidowego” trwa około 2 godzin, przy „żuźlu białym” (bez użycia koksu) czas jest jeszcze dłuższy. Dyfuzja może być przyspieszona przez mieszanie stali ręcznie, w piecu obrotowym lub wskutek działania pola elektrycznego w piecach indukcyjnych wysokiej częstotliwości.

Proces redukcji przedłuża się nieco wskutek oddawania tlenków żelaza, pochłoniętych przez obmurze pieca w okresie utleniania.

Odtlenianie stali przez dyfuzję mogłoby zachodzić również w piecach Siemens-Martina, przeszkodę stanowi jednak płomień silnie utleniający, który spala odtleniacze rzucone na żużel.

Odtlenianie przez strącanie.

Jako odtleniaczy używa się związków posiadających w wysokich temperaturach wyższe pokrewieństwo chemiczne do tlenu, niż żelazo. Wchodzą tu w rachubę w pierwszej linii mangan, krzem i aluminium, dwa pierwsze zwykle w formie stopów z żelazem. Często używane są odtleniacze, składające się z większej ilości składników, towarzyszy im zawsze w większej lub mniejszej ilości węgiel. Do rzadziej używanych odtleniaczy należy tytan i wanad. Odtleniacze są tak dobierane, aby produkt reakcji stanowił płynne, łatwo koagulujące kropelki, które mogą szybko wypłynąć na powierzchnię metalu. Przeciwnie: jeżeli produkty odtlenienia krystalizują w postaci igieł, których szybkość wypływu jest bardzo mała, będziemy mieli na szlifie wielką ilość wtrąceń niemetalicznych.

Zalety dobrego odtleniacza są następujące:

- szybka rozpuszczalność w stali,
- szybka reakcja z tlenem,
- duże pokrewieństwo do tlenu,
- tworzenie płynnego łatwo wypływającego żuźła.

Szybkość wypływu C cm/sek. jest określona wzorem Stokesa:

$$C = \frac{2}{9} g \cdot r^2 \frac{S_n - S_D}{\eta}, \quad \dots \quad (6)$$

gdzie g — przyspieszenie ziemskie = 981 cm/sek²

S_n — ciężar własc. metalu w g/cm³,

S_D — „ „ „ produktu odtlenienia w g/cm³,

η — wiskoza metalu,

r — promień kropki w cm.

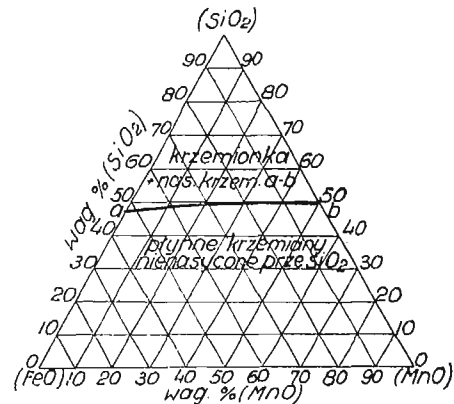
Przez zastąpienie promienia r objętością kropki V otrzymamy

$$C = V^{2/3} \frac{S_n - S_D}{\eta} \cdot 84 \text{ cm/sek.}$$

Przykład: Dla kulki średnicy 0,08 mm, $S_n = 7$, $S_D = 4$, $\eta = 0,01$ otrzymamy szybkość $C = 1$ cm/sek.

Odtlenianie zapomocą manganu i krzemu.

Ciekła stal, zawierająca krzem i mangan, pokryta jest żużlem, składającym się z tlenków: żelaza, manganu i krzemu. Z rys. 1, obrazującego schéma-



Rys. 1.

Rozpuszczalność krzemionki w krzemianach żelaza i manganu w obecności płynnego żeliwa. Temperatura 1500° do 1650°C (według Körbera i Oelsena)

tycznie zakres żuźli FeO — MnO — SiO₂, widzimy, że przy zawartości krzemionki niżej 50% mamy do czynienia z płynnymi nienasyconymi krzemianami żelaza i manganu, niezależnie od procentowego udziału w żuźlu tlenku żelaza i manganu. Przy zawartości SiO₂ wyższej niż 50% występuje krzemionka w postaci ciała stałego (4).

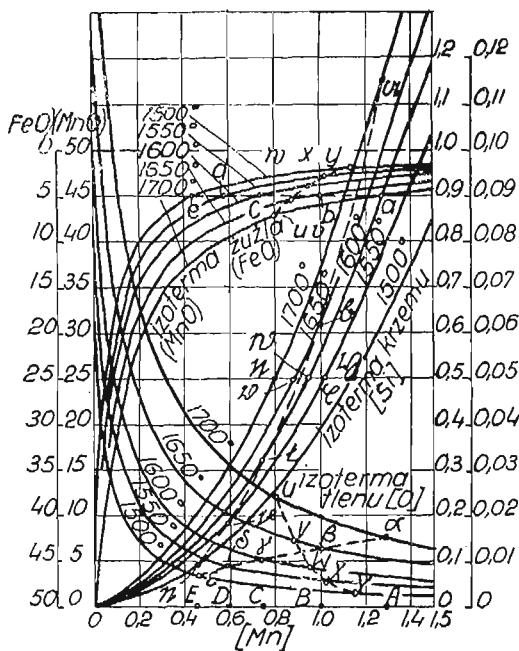
Jak wynika z powyższego, rozpuszczalność krzemionki w krzemianach Mn i Fe jest ograniczona. Jest to zupełnie zrozumiałe — w przeciwnym wypadku nie istniałaby możliwość stosowania kwaśnej wyprawy w piecach do topienia stali. Kwarcytowa wyprawa rozpuszczałaby się całkowicie w żuźlu.

W każdej temperaturze, każdemu składowi żuźla odpowiada pewien skład chemiczny stali. Badania laboratoryjne nad równowagą w zakresie pola II przedstawiają trudności nie do pokonania ze względu na wyzeranie tygla przez żużel i przez stal. Przeciwnie przeprowadzenie badań nad równowagą między płynną stalą i krzemianami nasyconymi wg linii ab jest bardzo łatwe przy zastosowaniu tygla z krzemionki. Warunki równowagi na linii ab zachodzą zazwyczaj przy wytopach stali w kwaśnych piecach elektrycznych i Siemens-Martina. Rys. 2 obrazuje warunki równowagi między: a) tlenkami manganu i krzemu w żuźlu (suma (FeO) i (MnO) stanowi wagowo 50% żuźła), b) zawartością tlenu i krzemu w stali ([O] i [Si]), w zależności od ilości manganu w stali [Mn]. Izotermy przeprowadzone dla kilku temperatur ustalają warunki równowagi między poszczególnymi składnikami. Płynne żelazo nie zawierające manganu (punkt O) posiada krzem w znikomych ilościach (niżej 0,01%), jest natomiast nasycone wielką ilością tlenku żelaza, która wzrasta wraz z temperaturą; tlenku manganu nie zawiera zupełnie. Żużel składa się z tlenku żelaza i z krzemionki w równych ilościach. Gdy dodajemy do stali manganu, prawie cały mangan początkowo przechodzi do żuźła w postaci (MnO), którego ilość wzrasta bardzo szybko wg izotermy (MnO—FeO); (FeO) jest coraz bardziej wypierany przez (MnO). Jedno-

częśnie wzrasta zawartość krzemu w stali z początku wolno, następnie, przy zawartości manganu 2,0—1,5% — z kwadratem ilości manganu. Ilość tlenu w stali (izotermy [O]) zmniejsza się w tym samym tempie, w jakim spada (FeO), a rośnie (MnO); izotermy zawartości tlenu w żelazie są niejako lustrzanym odbiciem izoterm (MnO). Proporcjonalne zmniejszenie się (FeO) do obniżającej się zawartości tlenu w stali [O] stanie się zrozumiałe, jeżeli przypomnimy sobie równanie (1). Dla zakresu temperatur 1575°C do 1625°C $\frac{[O]}{(FeO)} \cong 0,0021$, co odpowiada $L_{(FeO)} = 0,095$.

Z rys. 2 można wywnioskować, w jakim kierunku przesunie się równowaga chemiczna układu ze zmianą temperatury. Dla pewnej ustalonej zawartości manganu w stali (linje równoległe do osi rzędnych na rys. 2) wraz z temperaturą wzrasta bardzo silnie zawartość tlenu i krzemu w stali, nieznacznie rośnie natomiast ilość tlenku żelaza w żużlu. Przy stałym składzie żużla i wzrastającej temperaturze (linja *edcba*) zwiększa się ilość manganu w stali [Mn] wg. *EDCBA*, [Si] wg. *n, d, τ, b, a*, tlenu w stali [O] wg. *ε, δ, γ, β, α*. Zjawisko to zachodzi w procesach hutniczych przy „dogrzewaniu” stali w kwaśnym piecu *Martinowskim* lub elektrycznym. Mówi się że stal odtlenia się przez krzem, który wchodzi „in statu nascendi” do stali. Szczegółowo omówimy to zjawisko w dalszym ciągu tej pracy.

Z rys. 2 widzimy, że dla danej temperatury ustalenie jednego z elementów określa wszystkie inne.



Rys. 2.

Warunki równowagi chemicznej między płynnym żelazem i krzemianami nasyconymi przez SiO₂ przy różnych temperaturach.

Postarajmy sobie zdać sprawę z fizycznego znaczenia tej ścisłej zależności składników. Pamiętać należy, że reakcja przebiega w piecu o kwaśnej wyprawie, krzemionka jest więc zawsze w nadmiarze. Temperatura procesu jest bliska punktu topienia

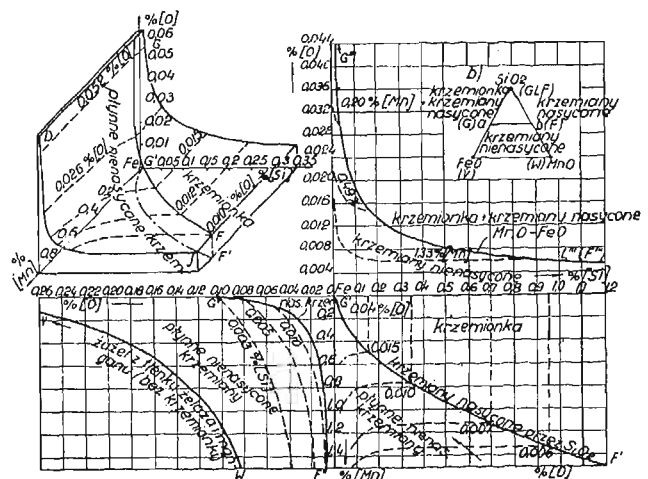
krzemionki, która wskutek tego bierze aktywny udział w reakcji.

Izotermy przedstawione na rys. 2 posiadają jednak jeszcze jedno kapitalne znaczenie: rozdzielają obszar, w którym wydzielają się płynne krzemiany od obszaru, w którym stal jest w równowadze z krzemionką.

Wszystkie wytopy, których [Si] leży przy danej temperaturze poniżej izotermy krzemu reagują z krzemionką, pobierając krzem, tworzą się przytem płynne krzemiany z tlenkami żelaza i manganu; w obszarze powyżej izotermy mangan i żelazo nie reagują z krzemionką. Przy odtlenianiu stali w obszarze poniżej izotermy wydzielają się krzemiany, powyżej — krzemionka. Zjawisko to ma ogromne znaczenie ze względu na rodzaj tworzących się zanieczyszczeń niemetalicznych przy odtlenianiu stali. Obecność węgla w stali, który gra rolę dodatkowego odtleniacza, wpływa na obniżenie się izoterm krzemu (rys. 12). Dodatek wapna do żużla działa w kierunku podniesienia izoterm.

Warunki równowagi przy odtlenianiu stali w obecności tlenków (FeO), (MnO) i (SiO₂) przedstawione na wykresie 2 mają zastosowanie nie tylko przy procesie kwaśnym, lecz i przy wytopach w piecach zasadowych. Jest to zrozumiałe, gdyż produkty odtleniania stali zawierającej [Si], [Mn] i [O] są takie same, jak przy czystym układzie żużli FeO—MnO—SiO₂. W obszarze powyżej izotermy krzemu jedynym odtleniaczem jest krzem, mangan nie reaguje zupełnie; poniżej izotermy mangan i krzem przez wspólne działanie obniżają zawartość tlenu w stali, przy czym skuteczność krzemu jest wzmocniana obecnością manganu.

Rys. 3 obrazuje model przestrzenny układu przy odtlenianiu stali przez Mn i Si; obok wyrysowano rzuty modelu na trzy płaszczyzny. Krzywa *G'F'* na rzucie poziomym (płaszczyzna Mn—Si) jest rów-



Rys. 3.

Model przestrzenny układu przy odtlenianiu stali przez mangan i krzem w temperaturze 1600° (wg Korbiera i Oelsena).

niez izotermą, linje kreskowane są przeprowadzone dla różnych zawartości tlenu w stali. Widzimy, że powyżej izotermy, w obszarze, w którym wydzielają się krzemionka, zawartość tlenu w stali zależy wyłącznie od Si, w polu niżej izotermy obserwujemy

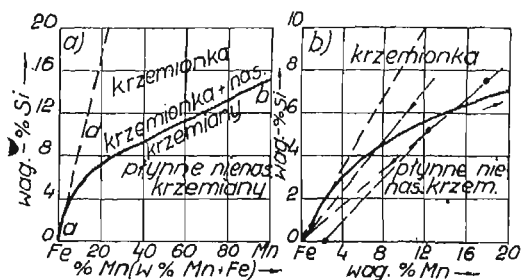
poważny wpływ manganu. W rzucie O — Si krzywa $G''' F'''$ uwidoczni działanie krzemu, linje kreskowane uzmysławiają dodatkowe działanie odtleniające manganu. W rzucie O — Mn, krzywa $V W$ uwidoczni działanie manganu bez dodatku krzemu. Widzimy, jak silne działanie odtleniające mają nawet drobne dodatki krzemu.

Jak widać z modelu przestrzennego, wytopy powierzchni LGF znajdują się w równowadze z krzemionką, wytopy $GFJD$ są w równowadze z krzemiakami płynnymi.

Krzywa GF jest przecięciem powierzchni LGF i $GFJD$.

Jeżeli chodzi nam o otrzymanie płynnych produktów odtlenienia, a więc i płynnej, dobrze wypełniającej formy stali, musimy dla każdej zawartości manganu tak miarkować dodatek krzemu, aby końcowa zawartość krzemu była mniejsza od ilości określonej izotermą. Jak to osiągnąć? Przecież każdy, nawet najmniejszy dodatek Si, w postaci żelazo-krzemu powoduje przy rozpuszczaniu się lokalnie bardzo wysoką koncentrację krzemu, a, co za tem idzie, przekroczenie izoterm i wydzielanie krzemionki w postaci ciała stałego. Musimy mieć przeto przy rozpuszczaniu się krzemu w miejscach o wysokiej koncentracji krzemu odpowiednio wielką ilość manganu, aby otrzymać płynne krzemiany. W tym celu dodajemy krzem w postaci stopu z manganem i żelazem.

Jaki powinien być procentowy stosunek zawartości manganu i krzemu w tych stopach? Określamy go na podstawie obserwacji izotermi przeprowadzonej dla większych zawartości krzemu i manganu — rys. 4 a i b. Prawy wykres b stanowi po-



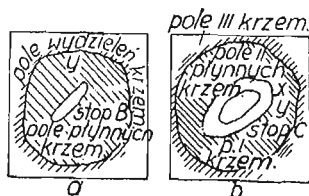
Rys. 4.

Wpływ składu chemicznego stopu odtleniającego na płynność otrzymanych produktów odtlenienia (wg Korbera i Delsena).

większenie wykresu a przy małych zawartościach Mn i Si. Jakkolwiek dane zawarte w wykresach odnoszą się do czystych stopów Mn—Si bez węgla, to jednak będą one również w przybliżeniu słuszne i dla stopów technicznych. Będzie o tem mowa poniżej (rys. 12).

Przy rozpuszczaniu silicomanganu w żelazie, pozbawionem manganu i krzemu, koncentracja będzie się zmieniała w przybliżeniu wg prostej, łączącej punkt podający skład stopu z początkiem układu współrzędnych. Charakterystyczne jest przebieganie krzywej TO przy małych zawartościach Si i Mn tak, że np. stop o składzie B (rys. 4 b), chociaż sam leży w obszarze płynnych krzemianów, będzie wydzielal przy małych zawartościach Si i Mn krzemionkę. Przy rozpuszczaniu stopu c wydzielal się

będzie na początku krzemionka, potem płynne krzemiany, wreszcie znów krzemionka. Na rys. 5 uwidoczni schematycznie strefy produktów odtlenienia dokoła bryłki stopów B i C. Charaktery-



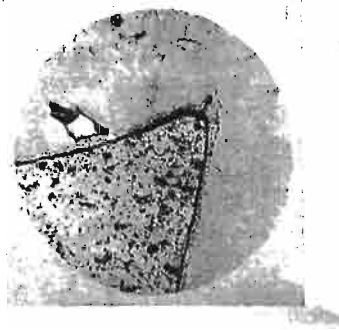
Rys. 5.

Działanie odtleniające stopów B i C o składzie podanym na rys. 4 (wg Korbera i Oelsena)

styczne jest, że jeżeli stal zawiera początkowo choć niewielką ilość manganu (0,2%), przy stopie B nie otrzymamy zupełnie wydzieleń krzemionki (linja BD).

Rys. 6.

Mikrografia kawałka żelazokrzemu (45% Si), zatopionego w płynną stal. Widoczna na granicy warstwa tlenków.



Rys. 6 uwidoczni zwartą warstwę tlenków na granicy stali i żelazokrzemu (45% Si) zatopionego w płynnej stali.

Widzimy z rys. 4, że, im stop zawiera mniej żelaza, tem stosunek Mn : Si musi być większy. Na podstawie obserwacji przeprowadzonych na wielkiej ilości wytopów przez badaczy amerykańskich Herty'ego i Fittera (9) stosunek Mn : Si, przy którym otrzymuje się najczystsze gatunki stali wynosi:

$$\frac{\text{Mn}}{\text{Si}} = \frac{4}{1} \text{ do } \frac{7}{1}.$$

Wielkość wtrąceń niemetalicznych i szybkość ich wpływu z kąpieli stalowej w zależności od stosunku Mn i Si w silikomanganie podaje tabela 2 (wg doświadczeń Herty'ego).

TABELA 2.

Wyniki odtleniania stali zapomocą silicomanganu o różnym stosunku Mn i Si (wg Herty'ego).

Mn i Si w stopie	Średnica największych wtrąceń cm. 10^{-4}	Szybkość wpływu największych wtrąceń cm/min	U w a g i
1,25	15	1,4	Wytopy całkowicie uspokojone
1,98	30	5,6	
2,78	450	1260	
3,60	800	3970	
4,18	1000	6210	
8,7	70	30,5	Wytopy niecałkowicie uspokojone
15,9	15	1,4	

Wskazówki praktyczne przy odtlenianiu stali zapomocą manganu i krzemu.

a) Nigdy nie należy dodawać krzemu przed manganem, gdyż krzem, łącząc się z tlenem, za-

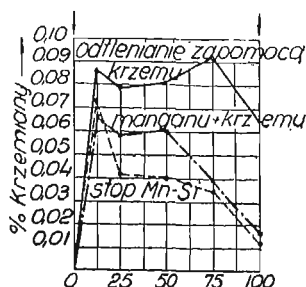
wartym w stali, tworzy krzemionkę, który czyni stal gęstopłynną. Na szlifie otrzymujemy dużą ilość zanieczyszczeń niemetalicznych. Dodanie manganu po krzemie nie ma znaczenia dla odtlenienia.

- b) Gdy stal zawiera już odpowiednią ilość manganu, należy dodawać tylko taką ilość żelazokrzemu, aby nie wyjść z obszaru tworzenia się płynnych krzemianów, określonego linią $G'F'$ na rys. 3.

Gdy żądany jest skład chemiczny z wyższą zawartością krzemu, to dalsze dodatki żelazokrzemu należy skutecznie dopiero po pewnym czasie, tak, aby poprzednio utworzone krzemiany miały czas wypłynąć. Wyklucza się w ten sposób prawdopodobieństwo zredukowania ich przy następnym dodatku krzemu i wytworzenia krzemionki. Dalsze dodatki krzemu natrafiają na nieznaczne już zawartości tlenu w stali, tak, że ilość wytworzonej krzemionki jest bardzo mała, prawie cały krzem przechodzi do stali w postaci składnika stopowego.

- c) Przy użyciu jako odtleniacza silicomanganu o odpowiednim składzie możemy uniknąć całkowicie zanieczyszczeń stali przez krzemionkę. Jeżeli ilość Si wprowadzona przez silicomangan jest zbyt mała, resztę krzemu można dodać w postaci żelazokrzemu, nie będzie to jednak szkodliwe, gdyż stal jest odtleniona.

Wnioski te oparte na badaniach laboratoryjnych, przeprowadzone przez *Oelsena i Körbera* w Kaiser Wilhelm Institut für Eisenforschung w Düsseldorfie zostały całkowicie potwierdzone przez badania *Herty'ego*.



Rys. 7. Ilość wtrąceń niemetalicznych w stali w zależności od rodzaju stopu użytego do odtlenienia (wg *Herty'ego*).

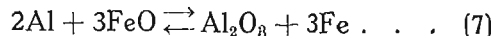
Rys. 7 uwidocznia wielkość zanieczyszczeń stali w zależności od rodzaju odtleniacza.

- d) Bardzo ciekawe wnioski praktyczne można wysnuć z wykresu 3 dla odtleniania wytopów ze stali *Hatfielda* o zawartości 14% Mn. Przypuścimy, że robimy wytop z nowego metalu. Przygotowujemy wsad na 0,3% węgla, odtleniamy go normalnie, otrzymujemy dobry karbidowy żużel. Teraz wrzucamy porcjami żelazomangan, żużel się psuje; musimy nieraz zużyć bardzo dużo czasu, aby otrzymać znowu odtlenioną stal. Dlaczego się to dzieje? Zdawałoby się mogło, że ilość wprowadzonych z manganem tlenków jest nieznaczna w porównaniu z ilością odtleniacza, jakim jest mangan. Odpowiedź na to pytanie daje wykres 3 (pole $[O] - [Mn]$), który wskazuje, że mangan w ilościach wyżej 1% przestaje być właściwie odtleniaczem.

- e) Czas, w którym wydziela się wtrącenia jest tem krótszy, im mniejszą drogę mają zanieczyszczenia do przebycia, a więc im płytszy jest piec lub, przy danej objętości metalu, im większa jest powierzchnia styku metalu z żużlem.

Odtlenianie stali zapomocą aluminium.

Glin należy do najsilniejszych odtleniaczy. Reakcja przebiega wg następującego wzoru:

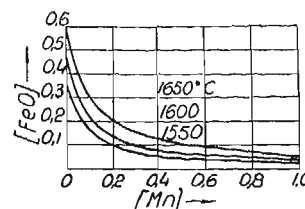


stąd

$$K_{Al} = [FeO]^3 \cdot [Al]^2 \dots (8)$$

Rys. 8.

Warunki równowagi chemicznej przy odtlenianiu stali zapomocą glinu (wg *Schencka*).



Rys. 8 uwidocznia przebieg odtlenienia stali zapomocą glinu w różnych temperaturach. Wartości $[Al]$ na osi odciętych odnoszą się naturalnie do stanu równowagi po reakcji. Ilość glinu, którą należy dodać łatwo jest obliczyć, biorąc pod uwagę, że 1 cząstka wagowa Al rozkłada 4 cząsteczki FeO.

Przy odtlenianiu stali zapomocą Al należy zachować pewne ostrożności. Wobec tego, że produktem odtlenienia jest tlenek glinu, wydzielający się w postaci drobniutkich cząsteczek ciała stałego (analogia do odtleniania przy pomocy krzemu i tworzenia się krzemionki), które tworząc w stali zawiesinę, trudno wypływającą na powierzchnię, korzystne jest uprzednie jaknajdalej idące odtlenienie metalu zapomocą innych odtleniaczy, jak Mn i Si. Aluminium ma w tym wypadku za zadanie dalsze obniżenie ilości tlenu, znajdującego się w kąpieli w niewielkich już ilościach.

Zbyt wczesne dodanie aluminium do stali, gdy jeszcze metal zawiera krzemiany, które nie miały czasu wydobyć się na powierzchnię, naraża nas na niebezpieczeństwo zredukowania tlenu z krzemianów i wytworzenia tlenku glinu. Stąd wniosek praktyczny: nie dodawać aluminium bezpośrednio po krzemie. Najczęściej dodaje się glin dopiero po każdej odlewniczej.

Badania *Herty'ego* nad znalezieniem takich stopów aluminium z żelazem, manganem i krzemem, aby otrzymać płynne, łatwo przechodzące do żużla produkty odtlenienia, dały wyniki następujące:

- 1) Przy stosowaniu stopów Al-Mn nie osiągnięto dodatnich rezultatów.
- 2) Stopy Al-Si posiadają, bardzo wąski zresztą, zakres płynnych krzemianów, jednak produkty odtlenienia mają większą tendencję do koagulacji, niż czysty tlenek glinu.
- 3) Stopy Mn-Si-Al dają pozytywne rezultaty. Stosować je należy jednak dopiero po uprzednim zgrubnym odtlenieniu stali.

Jaka powinna być minimalna zawartość Mn, Si i Al w stali, aby mieć wytop całkowicie uspokojony

i nadający się do odlania w formy? Badacze I. A. Brinell i A. Wahlberg stworzyli normę praktyczną, ujętą we wzór:

$$K = Mn + 5,2 Si + Al = 1,66 \text{ do } 2,05 \quad (9)$$

Dla stali lanej o zwykłym składzie $Mn = 0,7\%$, $Si = 0,3\%$, K wynosi 2,26, wytop jest więc całkowicie odtleniony bez potrzeby dodawania aluminium. Normalnie dodawane porcje glinu w stosunku 1 kg na tonnę stali mają więc znaczenie zapobiegawcze przeciw utlenianiu się metalu na powietrzu i w formie odlewniczej. Dla zdania sobie sprawy z wielkości tej „superdezoksydacji” przeprowadził autor następujące doświadczenie: odlano cały szereg bloczków z małych łyżek (ok. 12 kg) w ten sposób, że do każdej łyżki dosypywano pewną ilość tlenku żelaza w postaci rudy. Chodziło o zbadanie, przy jakiej ilości tlenku żelaza w stali otrzymamy w odlewie pęcherze gazowe. Doświadczenie przeprowadzone dla stali kwaśnej i zasadowej o zbliżonym składzie chemicznym. Rys. 9 uwidoczni przebieg bloczków.



Rys. 9.

Próba nad utleniającem działającym działaniem rudy żelaznej 98%. Stal zasadowa i kwaśna z pieca elektrycznego.

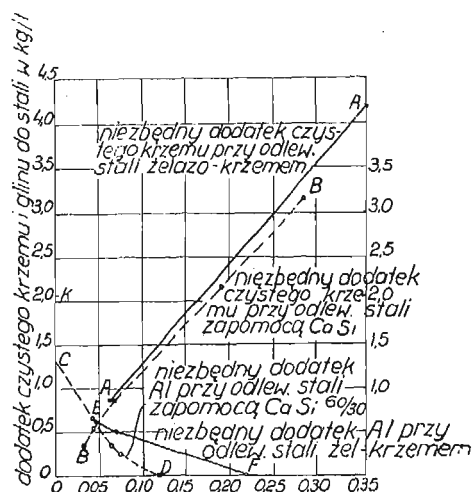
rzęd I: stal zasadowa, ilość rudy 40, 60, 80, 90 g. na 12 kg stali
rzęd II i III: stal kwaśna, ilość rudy 20, 40, 60, 80, 100, 110, 120, 160 g na 12 kg.

Jak widzimy nasz „spółczynnik odtlenienia” jest dosyć duży — można wsypać bezkarnie dość wielką ilość tlenku żelaza bez niebezpieczeństwa pęcherzy. Przy stali kwaśnej „spółczynnik” jest większy, gdyż do wytworzenia pęcherzy trzeba było zużyć 110 g rudy, podczas gdy przy zasadowej tylko 90 g.

Odtlenianie stali zapomocą CaSi.

Zastosowanie calcium silicium, jako odtleniacza przy wytopie stali, ogromnie się powiększyło w ostatnich latach. Dzieje się to dzięki własności CaSi tworzenia produktów odtlenienia w postaci płynnych krzemianów wapnia, łatwo wydobywających się z kąpeli i przechodzących do żużla. Rys. 10 daje porównanie ilości krzemu i aluminium, potrzebnych do uspokojenia stali przy stosowaniu żelazokrzemu i CaSi. Jak widzimy ilość zanieczyszczeń tlenkami glinu znacznie się zmniejsza wskutek konieczności mniejszego dodatku aluminium (krzywa kreskowana).

Zazwyczaj CaSi jest dodawane do kadzi odlewniczej wraz z aluminium, którego ilość zmniejsza się do połowy. CaSi znajduje duże zastosowanie



Rys. 10.

Ilość odtleniaczy, potrzebna do uspakajania stali przy użyciu żelazo-krzemu i CaSi

tam, gdzie nie można stosować ferromanganu, a więc w stalach o niskiej zawartości manganu. Przy miękkich stalach, zawierających niskich procent krzemu wykorzystujemy własność CaSi, pozwalającą na ograniczenie stosowania aluminium i, co zatem idzie, zwiększenie płynności stali. Ma to specjalne znaczenie przy laniu cienkościennych części maszyn elektrycznych prądu stałego (korpusy prądnic) z miękkiej stali.

Korzystne się okazało stosowanie CaSi przy wytopach stali Hatfielda oraz stali chromoniklowych, płynność stali w obu wypadkach znacznie się podnosi, łać można stal w niższych temperaturach. Przez dodanie ilości CaSi do białego żeliwa otrzymujemy żeliwo szare o drobnych ziarnach grafitu i bardzo dobrych własnościach wytrzymałościowych (Meehanite).

Wpływy węgla na przebieg reakcji przy odtlenianiu stali (4).

W poprzednich rozważaniach nie braliśmy pod uwagę wpływu węgla na warunki równowagi przy odtlenianiu stali w piecach hutniczych. Węgiel może oddziaływać w sposób dwojaki:

- tworzy z żelazem i manganem karbony, których obecność zmienia warunki układu Fe, Si, Mn, O.
- działa jako silny odtleniacz. Reakcja przebiega gwałtownie połączona z gotowaniem się stali.

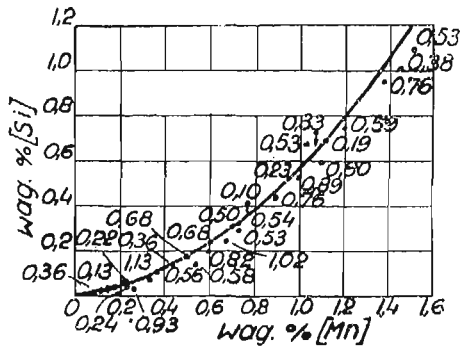
Zazwyczaj oba oddziaływania węgla pokrywają się w ten sposób, że nie dadzą się rozdzielić.

a) Słaba reakcja węgla. Wytopnie gotuje.

Jeżeli wytop nie ulegnie zagotowaniu z niedających się ściśle ustalić powodów, działanie węgla w ilościach normalnie stosowanych w stali, jest nadzwyczaj słabe, odchylenia od izotermy wypróbowanej dla układu bez węgla są nikłe (rys. 11).

Dopiero przy zawartościach węgla wyższych od 1% daje się odczuć znaczniejszy wpływ węgla na odchylenie izotermy — rys. 12.

Jak widzimy obszar płynnych krzemianów zostaje wybitnie zwężony przy większych zawartościach węgla.

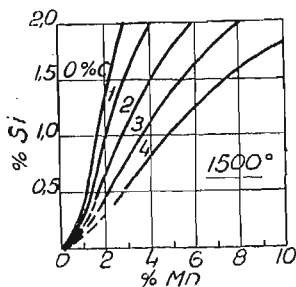


Rys. 11.

Wpływ zawartości węgla w stali przy wytopach, które nie gotowały, na odchylenia od izotermy krzemu w temp 1600° (wg Körbera).

Z rys. 12 dają się wysnuć dla praktyki następujące wnioski:

- 1) Przeprowadzając analogiczne rozważanie jak przy rys. 4 dojdziemy do wniosku, że przy odtlaniu stali silicomanganem o dużej zawartości węgla jesteśmy bardziej narażeni na wkroczenie w obszar wydzielania krzemionki, niż przy użyciu stopu SiMn z niską zawartością węgla.
- 2) Wykres 12 pozwala nam znaleźć wytłumaczenie częstych niepowodzeń przy odlewach z żeliwa syntetycznego, wytapianego w zasadowych piecach elektrycznych. Po stopieniu w żeliwiaku łomu stalowego, spalonego, niskowartościowego złomu żeliwnego i t. p. wlewa się płynny, silnie utleniony metal do pieca elektrycznego. Jeżeli żeliwo wytwarzamy z wiórów stalowych, topimy je wprost w piecu elektrycznym. Po nawęgleniu, a następnie odsiarczeniu i odtlenieniu metalu pod żuzłem karbidowym dodaje się potrzebną ilość ferrokrmzu, zazwyczaj bardzo znaczną: 2% i więcej. Naturalnie otrzymujemy dużą ilość zanieczyszczeń krzemionką, które powodują gęstopłynność metalu mimo wysokiej temperatury.



Rys. 12.

Przesunięcie izotermy krzemu przy wyższych zawartościach węgla w temp. 1500° (tworzenie karbidów).

W odlewach otrzymujemy jamy usadowe wskutek lania zbyt gorącym metalem, a jednocześnie pęcherze gazów, które nie miały możliwości przedostać się przez gęsty metal. Niebezpieczeństwo

jest tem większe, że braki wychodzą dopiero przy obróbce odlewów podczas gdy złom ma bardzo ładny wygląd z drobnymi ziarenkami grafitu, próbki wytrzymałościowe dały doskonałe wyniki.

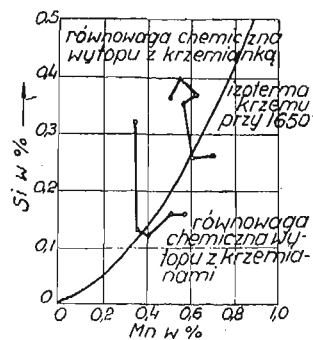
b) Silna reakcja węgla. Gotowanie w y t o p u.

Jakkolwiek węgiel, zawarty przez stal, nie znajduje się w równowadze z tlenkami, to jednak, jak opisaliśmy w punkcie a reakcja początkowo przebiega powoli. Po pewnym czasie jednak stal dotychczas spokojna zaczyna się gwałtownie burzyć bez widocznego bezpośredniego powodu. Czasem gotowanie stali zachodzi dopiero w godzinę po rudowaniu. Temperatura stali nie zmienia się. Gwałtowna reakcja węgla powoduje początkowo redukcję tlenków, zawartych w stali, następnie zaczyna redukować tlenki przechodzące do metalu z żużła i obmurza pieca. Reakcja postępuje w kierunku redukcji żelaza, manganu i krzemu z żużła. Mogą tu zajść dwie możliwości, a mianowicie: 1) żużel jest płynny, 2) żużel jest gęsty.

- 1) Przy żużlu płynnym szybko wyrównywują się różnice w składzie chemicznym całej masy żużła. Zawartość manganu i krzemu w stali wzrasta w miarę redukcji tlenu z żużła przez węgiel według izotermy Mn-Si.
- 2) Żużel jest gęsty.

Przy gęstym żużlu, w którym lokalne zmiany składu wyrównują się bardzo wolno, reakcja odtlenienia węglem ograniczy się jedynie do warstwy żużła dotykającej bezpośrednio do metalu. Po zredukowaniu manganu i żelaza z żużła warstwa żużła i wymurowania pieca dotykająca metalu będzie się składała z czystej krzemionki. Jeżeli węgiel będzie reagował w dalszym ciągu, nastąpi redukcja krzemu, który wejdzie do stali. Równowagi naturalnie nie będzie, gdyż stal jest oddzielona od utlenionego żużła tylko cienką warstwą krzemionki. Analiza chemiczna stali topionej pod gęstym żuzłem wykaze większy procent krzemu, niżby to wynikało z izotermy (porównaj rys. 11).

Na rys. 13 uwidoczniło zmiany w zawartości krzemu i manganu w czasie prowadzenia wytopu w kwaśnym piecu Siemens Martina. Skład początkowy wsadu określony jest punktami A₁ i B₁. W pierwszym okresie (A₁, A₂, B₁, B₂), znajdujemy



Rys. 13.

Schemat przebiegu reakcji w kwaśnym piecu przy gęstym żuzle. Silna redukcja węglem.

się poniżej izotermy w obszarze płynnych krzemianów. Żużel silnie reaguje ze stalą, zawartość manganu w stali spada (patrz rys. 2). Od chwili gdy znajdziemy się na izotermy, mangan przestaje re-

agować i jego ilość w dalszym ciągu się nie zmienia, natomiast wzrasta zawartość krzemu w stali; układ odchyła się coraz bardziej od stanu równowagi, określonej izoterma. Stal nie reaguje z żużłem zawierającym tlenki żelaza i manganu, lecz z wydzielającą się na powierzchni stali cienką warstwą krzemionki. Przekroczenie izotermy zmienia całkowicie warunki równowagi i zaznacza się przy wszystkich wytopach w postaci załamania krzywej zmian krzemu i manganu. Jak widzimy, izoterma wykreślona na podstawie badań laboratoryjnych stanowi granicę zmian stanów równowagi chemicznej, którą obserwujemy przy produkcji stali w kwaśnych piecach. Na całej drodze A_1 , A_2 , A_3 , B_1 , B_2 i B_3 węgiel zawarty w stali wypala się.

Na podstawie powyższego przykładu jesteśmy w stanie zdać sobie sprawę, jak wielkie znaczenie ma dla nas znajomość stanów równowagi między stalą i żużłem i wyprawą pieca. Gdybyśmy nie mieli podstaw teoretycznych, moglibyśmy sądzić, że po pewnym dłuższym czasie ustali się w piecu równowaga. Byłoby to oczywiście błędem. Na podstawie rezultatów badań jesteśmy w stanie przewidzieć w jaki sposób wpłynie rekudujące działanie węgla na przebieg reakcyj.

Płynność stali.

Płynność stali, czyli jej zdolność do wypełniania form, ma pierwszorzędne znaczenie w odlewnictwie stali, szczególnie, gdy chodzi o fabrykację odlewów cienkościennych. Powiększenie płynności stali drogą podwyższenia temperatury jest niekorzystne z następujących względów:

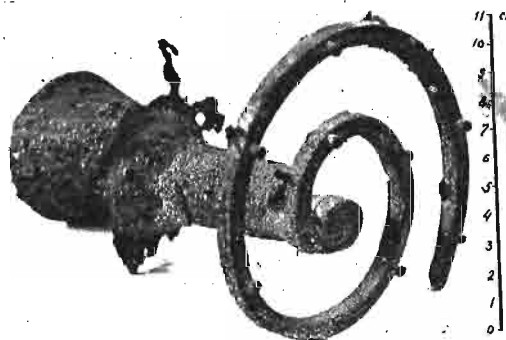
- powiększenie skurczu stali, a więc niebezpieczeństwa jam usadowych i, co zatem idzie, konieczność stosowania większych nadlewów,
- skłonność odlewów do pęknięć,
- niebezpieczeństwo pęcherzy przy wydzielaniu się wielkiej ilości rozpuszczonych w stali gazów,
- brzydka powierzchnia odlewów z wżartym piaskiem odlewniczym,
- niszczenie wyprawy pieca przy przegrzewaniu stali.

Zanim przystąpimy do omawiania wpływu rodzaju wyprawy pieca i sposobu odtleniania na płynność stali określić musimy metodę badania płynności.

Według pierwszej metody płynność wyraża się długością odlanej spiralki, zaformowanej w suchej formie piaskowej (rys. 14). Przekrój spiralki wynosi 8×8 mm, cała długość spiralki podzielona została na 24 części długości 40 mm przez sztyfciki. Ilość odlanych sztyfcików wyraża płynność stali. I tak na przykład: stal na odlewy cienkościenne 3—8 mm grubość ścianki winna mieć 13 punktów przy wlewaniu w formę. Odpowiada to płynności 17 punktów przy braniu próby z pieca. Dla odlewów grubości 20 mm wartości te redukują się odpowiednio do 11 i 14 punktów.

Drużga metoda polega na określeniu czasu, który upłynie od chwili wiania określonej ilości stali w suchą piaskową foremkę, do chwili początku krzepnięcia stali w foremce. Wobec trudności,

związanych z pomiarem temperatury stali, zadowalamy się zwykle w praktyce pomiarem płynności.



Rys. 14.

Spiralka, zaformowana w suchej formie piaskowej.

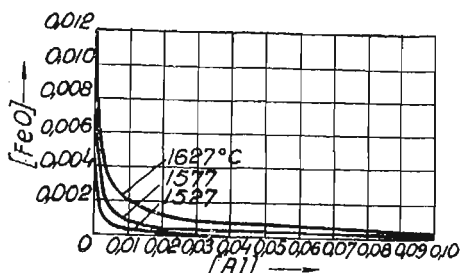
Czy istnieje różnica w płynności stali z pieców: kwaśnego i zasadowego. Praktyka wypowiada się zwykle na korzyść pieca kwaśnego. Bardzo interesujące są przeprowadzone przez *Wüsta* (7), opublikowane przez Kaiser Wilhelm Institut w roku 1922, „Badania porównawcze nad stalą zasadową i kwaśną”. Badania przeprowadzone na „bardzo szerokiej skalę nad różnymi własnościami stali (własności wytrzymałościowe, magnetyczne, elektryczne, zmiany punktów przelomowych przy obróbce termicznej i t. p.), nie wykazały właściwie żadnych wyraźnych różnic. Płynność badana nie była. Aby móc powiedzieć, czy płynniejsza jest stal zasadowa, czy kwaśna należałoby przeprowadzić próby przy tej samej temperaturze. O ile nam wiadomo próby takie nie zostały przez nikogo systematycznie wykonane. Często obserwowana większa płynność stali kwaśnej, może być wytłumaczona wyższą temperaturą. Przemawiałaby zatem wyraźna tendencja do pęknięć spotykana przy odlewach wykonanych ze stali kwaśnej, spowodowana dużą ilością wtrąceń niemetalicznych. Wyższa temperatura stali kwaśnej może być spowodowana większą łatwością przegrzania stali w piecu kwaśnym, niż zasadowym. Istotnie: w piecu zasadowym istnieje zawsze niebezpieczeństwo stopienia dynasowego sklepienia, które jest narażone na silne promieniowanie. W piecu kwaśnym żużel nie odbija w tym stopniu promieni, sklepienie jest mniej narażone na gorąco pochodzące ze stopionej stali.

D. D. Philips podaje w „Foundry” (1) szereg obserwacji z praktyki odlewniczej, przeprowadzonych na kwaśnych piecach elektrycznych; obserwacje te pokrótce streścimy. Jeżeli stal jest długo przetrzymana w piecu, ulega bardzo dokładnemu odtlenieniu, nazwanemu przez autora „superdeoksydacją” odtlenieniu, które powoduje zgęstnienie stali. Zaradzić temu można przez dodanie do gotowej stali tlenku żelaza w postaci rudy. Płynność się polepszy, odlewy, zdaniem *Philipsa*, będą zupełnie zdrowe.

Gdy sobie przypomnimy teorię odtleniania stali opisaną w poprzednich rozdziałach, znajdziemy nietylko wytłumaczenie zjawiska, co więcej —

znajdziemy metody pozwalające na otrzymanie płynnej stali bez uciekania się do tak drastycznych środków, jak dodawanie rudy do odtlenionej stali. Jasne jest, że zgęstnienie stali pochodzi od zanieczyszczeń niemetalicznych, które nie wypłynęły na powierzchnię metalu i nie przeszły do żużła. Według danych przytaczanych przez *Piwowskiego* (11), *Stahl und Eisen* 1930 rok, ilość krzemionki w pewnej ilości wytopów stali zasadowej wahała się od 0,004% do 0,015%, w stali kwaśnej — od 0,015% do 0,025% (por. rys. 7).

Przebieg reakcji, która powoduje wzrost ilości krzemionki w stali obrazuje omówiony wyżej rys. 13. Rozrzedzenie stali przez dodanie tlenków łatwo się tłumaczy: tlenek żelaza łącząc się z krzemionką tworzy płynne krzemiany, które koaguluja się i przechodzą do żużłu. Rys. 15 podaje minimalną ilość tlenku żelaza, którą powinna zawierać stal, aby wytworzyć krzemiany. Można uniknąć niepożądanego zjawiska zgęstnienia stali, stosując metody odtleniania opisane w poprzednich rozdziałach.



Rys. 15.

Ilość tlenku żelaza, potrzebna do zamiany wtrąceń SiO₂ w stali na płynne krzemiany.

Stal, która uległa „superdezoksydacji” można poprawić przez dodanie CaSi.

Słonność do zanieczyszczenia kwaśnej stali wtrąceniami krzemionki daje się wytłumaczyć następującymi przyczynami:



Rys. 16.

Odlew wykonany ze staliwa, źle odtlenionego.

- a) redukcja krzemionki z wymurowania i żużła, postępująca samorzutnie w miarę gęstnienia żużła.
- b) Tendencja dodawania do stali krzemu przed manganem, która spowodowana jest obawą otrzymania niewłaściwego składu chemicznego wytopu przy wczesnym dodatku manganu, którego część się spali (patrz rys. 2 odcinek izotermy MnO dla niskich zawartości manganu w stali).

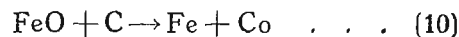
Pozatem dodanie manganu przed krzemem powoduje rozrzedzenie stali, co majster tłumaczy sobie jako gwałtowny wzrost temperatury. Niespodzianka taka dezorientuje go.

- c) Duża ilość zanieczyszczeń może pochodzić z materiału wsadowego. Przy kwaśnych piecach pracuje się zwykle z częściowym tylko utlenianiem, stal nie podlega gotowaniu, które bardzo ułatwia wypłynięcie zanieczyszczeń.
- d) Przy piecach elektrycznych łukowych o tyle utrudnione jest wydzielenie zanieczyszczeń w postaci krzemianów, że mamy stale doczynienia z redukującym działaniem elektrod w przeciwieństwie utleniającej atmosfery pieca *Martinowskiego*.

Wpływ odtlenienia stali na tworzenie się pęcherzy gazowych w odlewach.

Z płynnej stali oraz z krzepnących odlewów wydobywa się tlenek węgla. Pochodzi on z dwóch źródeł:

- a) Pewne ilości tlenku węgla są rozpuszczone w płynnej stali, i w miarę obniżania się temperatury metalu wydobywają się nazewnątrz,
- b) Większa część ulatniającego się tlenku węgla jest produktem reakcji tlenku żelaza rozpuszczonego w stali z węglem według wzoru



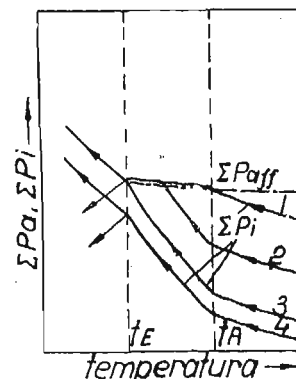
Zgodnie z prawem *Henry'ego* ciśnienie tlenku węgla wynosi:

$$P_{Co} = [FeO] \cdot [C] \cdot K \quad \dots \quad (11)$$

Liczbowe wartości współczynnika *K* podaje tabela 3.

TABELA 3.

C%	K
0	91,4
0,1	91,0
0,2	90,5
0,3	85,3
0,4	78,9
0,5	73,8
0,6	67,5
0,7	61,6
0,8	57,5
0,9	54,1
1,0	51,8
1,1	49,6
1,2	47,1
1,3	43,7
1,4	41,0
1,5	39,5



Rys. 17.

Wpływ prężności gazów zawartych w stali na tworzenie się pęcherzy w odlewach.

Przy krzepnięciu stali w formie odlewniczej reszta płynnego metalu wzbogaca się w tlenek żelaza i węgiel, reakcja przesuwana w prawo. Zmniejszenie P_{co} możemy uzyskać dla stali o określonej zawartości węgla jedynie przez obniżenie FeO, a więc przez dokładne odtlenienie stali.

Widzimy stąd, że mechanizm działania środków odtleniających polega na zmniejszeniu prężności gazów wewnątrz metali przez niszczenie zawartego w stali tlenku żelaza. Im silniejszy jest odtleniacz, tym mocniejsze jest jego działanie uspokajające. Na rys. 16 widzimy odlew stalowy wykonany ze źle odtlenionej stali.

Jakie wartości może osiągnąć P_{co} w zależności od zawartości węgla i krzemu w stali?

Według obliczenia *Schencka* dla normalnej stali na odlewy (zawartość węgla 0,2 do 0,3%) ilość krzemu winna wynosić conajmniej 0,15%, aby wartość P_{co} nie przekroczyła 1 at, co spowodowałoby gotowanie stali.

Pamiętać musimy, że oprócz tlenku węgla stal zawiera i inne gazy (H_2 , N_2 , CO_2 i t. d.) i dopiero sumaryczna prężność gazów decyduje o gotowaniu. Warunek równowagi wyraża się wzorem:

$$P_z > P_w \dots \dots \dots (12)$$

$$P_z = 1 + \gamma \cdot H \dots \dots \dots (13)$$

gdzie

$$P_w = P_{co} + P_{co_2} + P_{h_2} + P_{n_2} + \dots \dots (14)$$

przy czym γ — oznacza ciężar właściwy płynnego metalu,

H — głębokość badanej cząsteczki metalu pod powierzchnią,

P_w — ciśnienie gazów,

P_z — ciśnienie atmosferyczne plus ciśn. hydrostatyczne.

Rys. 17 obrazuje schematycznie mechanizm tworzenia się pęcherzy gazowych w stali.

Jeżeli całkowita prężność wewnętrzna gazów osiągnie lub przekroczy ciśnienie zewnętrzne P_z na początku krzepnięcia (temperatura t_A), linia 1, stal zacznie się gotować, część gazów zostanie w skrzepniętej stali.

W wypadku, który wyobraża krzywa 2, stal zaczyna gotować dopiero wtedy, gdy stal częściowo zakrzepła i kiedy na powierzchni wytworzyła się skórka skrzepłego metalu; większa część gazów zostanie w odlanym przedmiocie.

Nie zauważymy gotowania, gdy wartość P_w osiągnie ciśnienie zewnętrzne dopiero w temperaturze bliskiej końca krzepnięcia (krzywa 3), wnętrze odlewu jednak będzie pełne dziur.

W wypadku 4 będziemy mieli odlew zdrowy, gdy P_w nie osiągnie krytycznego P_z . Wobec tego że P_z rośnie wraz z ciśnieniem hydrostatycznym w miarę wzrostu głębokości metalu, wydobywanie się gazów rozpoczyna się przy wytopach nieuspokojonych w głębi metalu później (przy niższych temperaturach), niż na powierzchni. Tem się tłumaczy częsta obecność pęcherzy gazowych w dolnej części formy.

Po zakrzepnięciu stali wielkość P_w zależy od rodzaju gazów rozpuszczonych w stali. Przy dalszym oziębieniu aż do granicy przejścia żelaza γ w żelazo α , prężność wszystkich gazów z wyjątkiem wodoru zmniejsza się. Zależnie od zawartości wodoru w stali P_w będzie rosło lub zmniejszało się, jak wskazują strzałki na rys. 17. Należy pamiętać, że procentowa zawartość wodoru w stalach uspokojonych jest znacznie większa, niż w stalach nieuspokojonych. Np. według badań *Klingera* (3) w stalach uspokojonych ilość wodoru wynosiła około 90% i wielokrotnie przekraczała ilość CO, podczas gdy w stalach nieuspokojonych ilość wodoru nie dochodziła do 25% ogólnej ilości wydobywających się gazów. Duża prężność wodoru, zawartego w zakrzepniętej już stali może wywołać naderwanie wewnętrzne, obniżające wydłużenie próbek wytrzymałościowych.

Wpływ odtlenienia stali na wielkość ziarn.

(14, 15, 16).

Wielkość ziarn austenitu w stali zależy od zawartych w roztworze pierwiastków stopowych oraz od obecności cząstek niemetalicznych, znajdujących się w stali w postaci zawiesiny. Wytworzone w czasie odtleniania niemetaliczne cząsteczki są rozproszone w całej kąpieli i działają jako ośrodki krystalizacji. Dwa wyloty stali o tym samym składzie chemicznym mogą posiadać odmienny stopień ziarnistości w zależności od rodzaju obecnej w czasie krzepnięcia zawiesiny.

Stwierdzono, że stale odtleniane krzemem mają skłonność do łatwego rozrostu ziarn austenitu przy ogrzaniu powyżej temperatury krytycznej. Dodatek glinu do kadzi w ilościach nieco większych od ilości niezbędnej do odtlenienia (średnio około 0,03% Al) sprzyja otrzymaniu drobnoziarnistej budowy, dodatek do pieca natomiast wywołuje raczej wpływ zbliżony do działania krzemu. Większe dodatki aluminium dały wyniki niekorzystne.

Spadek udarności stali w miarę obniżania temperatury („zakres kruchości na zimno”) przesuwana się do niższych temperatur równoległe ze zwiększeniem stopnia odtlenienia. Wiadomo, że nadmierna ilość tlenu w stalach źle lub nieodpowiednio odtlenionych powoduje objawy starzenia się, co pociąga za sobą spadek udarności. Tworzywa dobrze uspokojone i odtlenione przy użyciu krzemomanganu oraz glinu w nadmiarze wykazują najlepszą udarność.

Odnośnie zachowania się przy obróbce termicznej i szybkości przemiany allotropowej stali drobno i gruboziarnistych, stwierdzono co następuje. Stale drobnoziarniste przemieniają się bardziej gwałtownie aniżeli gruboziarniste, ponieważ posiadają większą powierzchnię ziarn, przypadających na jednostkę objętości. Ta własność jest dziedziczna i pozostaje cechą charakterystyczną nawet w tym wypadku, kiedy przez zastosowanie odpowiednich procesów obróbki cieplnej stal drobnoziarnista zamieni się na gruboziarnistą. Własność tę przypisujemy obecności bardzo cienkich powłok, które znajdując się na granicach pierwotnych ziarn, utrudniają ich rozrost.

Streszczenie.

Po opisanii warunków odtlenniania przez dyfuzję, stosowanego przy elektrycznych piecach zasadowych, omówiono stany równowagi między stałą zawierającą krzem i mangan oraz tlenkami Feo, MnO i SiO₂. Ustalono reguły praktyczne, które winno się stosować przy odtlennianiu stali przy pomocy manganu i krzemu. W dalszym ciągu opisano odtleniające działanie węgla, aluminium i CaSi.

Ostatnie rozdziały traktują o płynności stali w związku z odtlennieniem, tworzeniu się pęcherzy gazowych wewnątrz odlewów oraz wpływie odtleniania na wielkość ziarn.

L I T E R A T U R A.

1. H. D. Philips. „Oxygen in Acid Electric Steel”. Foundry. Marzec 1933.
2. Sisco Kriz. Elektrostahlverfahren.
3. Schenck. Physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse.
4. Körber. Das Verhalten von Mangan, Silizium und Kohlenstoff bei der Stahlerzeugung, Laboratoriumsforschung und Betriebsversuche. Stahl und Eisen 1934, Nr. 54.
5. Körber. Untersuchungen über den metallurgischen Verlauf des Sauren Siemens-Martin-Verfahrens. Mitteilungen aus dem Kaiser Wilhelm Institut für Eisenforschung (K. W. I.) 1934.

6. Körber i Oelsen. Die Grundlagen der Desoxydation mit Mangan und Silizium. KWI. 1933.
7. Wüst. Vergleichende Untersuchungen an saurem und basischen Stahl. KWI. 1933.
8. Schwarz. „Ueber die Beruhigung des Stahles besonders durch Kalziumsilizium. Stahl und Eisen (St. u. E.) 1933 Nr. 38.
9. V. S. Bureau Mines, Rep. Investigations N. 3081 (1931) Ch. Herly i G. R. Fitterer (St. u. E.) 1931 Nr. 38.
10. Ch. Herly. Min. metallurg. Invest. Nr. 58 (1932) St. u. E. 1933 Nr. 33.
11. Piwowarski. Wie ist der basische Stahlschmelzofen gegenüber dem sauer zugestelltem zu bewerten. St. u. E. 1930 Nr. 3.
12. Lemoine. Etude et conduite des opérations au four électrique basique. Aciers Spéciaux, 1934. Lipiec.
13. Lemoine. Applications en Fonderie d'acier des fours électriques acides. Bulletin de l'Association Technique des Fonderies. 1932. Sierpień.
14. I. Feszczenko Czopiwski. Co należy rozumieć przez metalurgię kierowaną, jaki jej cel i sposoby zrealizowania praktycznego. Hutnik, Kwiecień 1936.
15. W. Oelsen. Einfluss der Desoxydation auf die Kerbschlagzähigkeit unlegierter Stähle. Die Kornrösse und das Kornwachstum. St. u. E. 1936 Nr. 6.
16. F. Körber. Zur Metallurgie der Eisenbegleiter. St. u. E. 1936 Nr. 15.

Inż. M. SKARBIŃSKI i inż. M. ZIMNOWODA

621.741.4:621.746

Metody stosowania wlewów i nadlewów w odlewniach staliwnych

1. Nadlewy stożkowe.

Dotyczas stosowane nadlewy o kształcie stożka ściętego, ustawionego na mniejszej podstawie, nie są ekonomiczne i nie odpowiadają całkowicie swemu przeznaczeniu. Otwarta górna płaszczyzna i ostre kąty, utworzone przez płaszczyznę stożka, przyspieszają odprowadzenie ciepła i krzepnięcie górnych warstw metalu. Zjawisko to powoduje opuszczenie się jamy usadowej, która przenosi się do niżej położonej części nadlewu, gdzie panuje wysoka temperatura. Szczególnie zachodzi to przy wprowadzeniu metalu nie przez nadlew, lecz w dowolnym miejscu odlewu. Górna część nadlewu wypełnia się metalem, który został oziębiony przez ściany formy, podczas jej zalewania. Przez wcześniejsze zastygnięcie górnej partii nadlewu, część metalu płynnego wewnątrz nadlewu nie bierze udziału w zasileniu dolnego przekroju i jama usadowa często tworzy się na granicy odlewu z nadlewem (rys. 1).

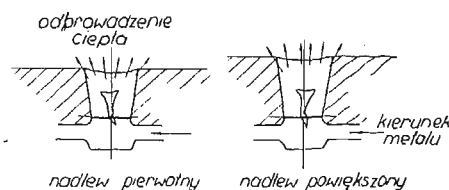
2. Zasypywanie powierzchni nadlewów jako środek zapobiegawczy przeciw tworzeniu się głębokich jam usadowych.

Im płycej sięga dolna, zwężająca się część jamy usadowej, tem niższe możemy stosować nadlewy i tem mniej tracimy metalu. Jasne jest, że jama usadowa będzie miała tem mniejsze lejowate wciągnięcie, im dłużej metal w nadlewie będzie się znajdował w stanie płynnym. Zachowanie

płynnego metalu może być osiągnięte dwoma sposobami:

- a) przez utrzymywanie w nadlewie przez dłuższy czas wysokiej temperatury,
- b) przez obniżenie temperatury krzepnięcia metalu w nadlewie.

Pierwsza metoda przewiduje: 1) dogrzewanie metalu w nadlewach, np. za pomocą elektryczności, 2) przez wsypywanie do nadlewu środków, które przy spalaniu wytwarzają dużo ciepła (np. węgiel drzewny, aluminium).



Rys 1.

Położenie jamy usadowej przy wadliwie umieszczonym w odlewie.

Obniżenie temperatury krzepnięcia stali uzyskujemy przez dosypanie do nadlewu topników, obniżających punkt krzepnięcia, np. węgla, rudy i t. d. Obniżenie temperatury wyraża się wzorem p.g. Schenck'a *)

$$\Delta T = \Delta T_c + \Delta T_{FeO} + \Delta T_{MnO} = 125 (C) + 10,2 (FeO) + 5,6 (MnO)$$

*) Schenck: Physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse. Tom II.

Przykład. Przez podniesienie zawartości węgla o 0,15% i tlenku żelaza o 0,07% obniżymy temperaturę z 1530° na 1510,5°, t. zn. o 19,5°.

3. Mechanizm tworzenia się jam usadowych.

Zazwyczaj, gdy się chce określić położenie jamy usadowej w odlewie, kresli się szereg linii równoległych do powierzchni odlewu, które uważamy za izotermy; położenie jamy usadowej określone jest przez zamykającą się izotermę. W jakim stopniu teoria ta jest słuszna?

Wiemy, że niektóre metale nie tworzą wogóle jam usadowych wewnątrz odlewu, np. niektóre brzozy cynowe o dużej zawartości Sn. Decydującą rolę odgrywa w tym względzie zakres temperatur krzepnięcia stopu oraz grubość ścian odlewu, a więc szybkość krzepnięcia; przy brzożach wielkie znaczenie ma duże przewodnictwo ciepłe metalu, dzięki któremu różnice temperatur w różnych częściach odlewu bardzo szybko się wyrównują. Podczas gdy dla brzożów cynowych zakres temperatur krzepnięcia wynosi około 150°, dla mosiądzu około 30—40°, dla brzożów aluminiowych — kilkanaście stopni, dla żeliwa o zawartości 3% węgla 150°, dla siluminu (13% krzemu — stop eutektyczny) oraz czystego aluminium zero stopni, to odpowiedni zakres temperatur dla stali o zawartości węgla 0,3% wynosi 20°. Podczas krzepnięcia stopu, posiadającego szeroki zakres temperatur krzepnięcia, całość metalu w formie przechodzi przez stan ciastowatości; zakrzepnięta skorupka zewnętrzna jest bardzo cienka i elastyczna. Gdy ciśnienie zewnętrzne (ciśnienie atmosferyczne plus ciśnienie gazów, wydzielających się z formy) jest wyższe od sumy ciśnienia gazów, wydobywających się z metalu i ciśnienia hydrostatycznego, następują zgniecenia odlewu w partjach najcieplejszych, a więc najgrubszych oraz miejscach najwyższych, gdzie jest najmniejsze ciśnienie hydrostatyczne. Odlew taki, czyli t. zw. „odlew obciągnięty” posiada szerokie wgłębienie na płaskich powierzchniach, zaś głębokie lejowate pustki w kątach przy zbiegu ścian. Na odlewach wykonanych z metali o wązkim zakresie temperatur krzepnięcia, np. ze stali, tworzy się odrazu twarda skrzepnięta skorupa, która się przeciwstawia zewnętrznym siłom zgniatającym.

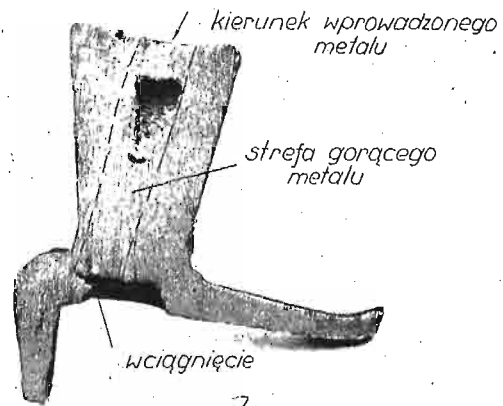
Jasne jest, że w stalowych odlewach cienkościennych, w których krzepnięcie następuje prawie natychmiast po wlewniu metalu do formy, istnieje tendencja tworzenia głębokich jam usadowych.

Grube odlewy stalowe, szczególnie, jeżeli są lane na płask bez nadlewu, są często „poobciążane”, natomiast nie posiadają prawie wcale jamy usadowej.

4. Zapewnienie nadlewu.

W wypadku zalewania formy przez nadlew sprawa temperatury metalu w stożkowych nadlewach przedstawia się korzystniej. Górna część nadlewu otrzymuje ostatni najcieplejszy metal bez-

pośrednio z kadzi. Jednak po wypełnieniu formy i nadlewu nie jesteśmy w stanie uchronić otwartej płaszczyzny od szybkiego stygnięcia i duża część metalu w nadlewie krzepnie, nie zasilając niżej położonego przekroju. Poza tem wlanie w szeroki



Rys. 2.
Wciągnięcie na powierzchni odlewu, spowodowane gorącym metalem.

w stosunku do strugi metalu otwór nadlewu powoduje ciekawe zjawisko „wciągnięcia” płaszczyzny odlewu w miejscu znajdującym się bezpośrednio pod nadlewem. Środkowa strefa gorącego metalu powoduje nadmierne nagrzanie się p.asku w miejscu, gdzie wpada struga metalu w czasie zapełniania formy.

W części dolnej tej strefy metal zostaje ciekły przez czas dłuższy, skorupka zastyga później, niż w innych miejscach formy, a gazy — nie natrafiając na opór — przedostają się do metalu, powodując naderwania lub t. zw. „wciągnięcia”.

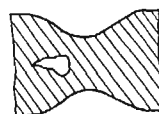
Rys. 2 oświetla wyżej wspomniane zjawisko. Widoczna jest również szybko zastygła gruba warstwa metalu w górnej części nadlewu.

5. Nadlew jako droga dla gazów.

Gazy, wydzielające się z formy pod wpływem gorąca, jak również gazy, wydobywające się z metalu przy stygnięciu mają dwie drogi: przez piasek formy odlewniczej lub przez metal do góry.

Po utworzeniu się skorupy pierwsza z dróg jest dla gazów, zawartych w metalu, w znacznym stopniu utrudniona — pozostaje droga do góry — przez metal. Jeżeli pęcherze natrafiają na warstwę już zastygłego metalu, gromadzą się pod nią i tworzą pustkę (rys. 3).

Że tak jest istotnie dowodzi kształt jam usadowych wewnątrz odlewów: podczas, gdy spód jamy



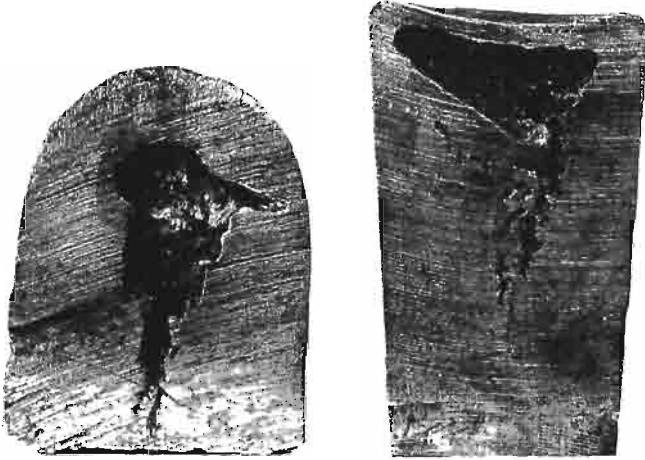
Rys. 3.
Pęcherz gazowy pod przewężeniem.

usadowej jest chropowaty i usiany dendrytami, górna część jest gładka i błyszcząca, jak zwykle pęcherz, pochodzący od gazów.

Jak widzimy pustka w odlewie, której początek dało tworzenie się jamy usadowej, została wybitnie powiększona przez gromadzące się w górnej części gazy (rys. 4, 4a).

Należy pamiętać, że nadlew spełnia zarazem rolę komina, odprowadzającego gazy nazewnątrz odlewu. Im dłużej górna część nadlewu będzie

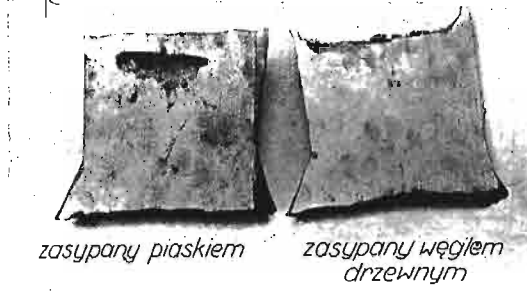
w nadlewach zakrytych metal nie styka się z atmosferą, co opóźnia stygnięcie, przedłużając proces zasilania. Gazy odprowadza się kanałem umieszczonym w najwyższym punkcie nadlewu. Lej wprowadzający metal w górnej części półkuli posiada kształt spiralny i powoduje wirowy ruch metalu w formie. Przez to zanieczyszczenia i zdarły piasek zostają wyprowadzone z formy do nadlewu (rys. 6).



Rys. 4a. Rys. 4b.
Wspólne tworzenie się jamy usadowej i pęcherza gazowego. płynna, a więc im później góra nadlewu pokryje się skorupą, tem więcej gazów wyjdzie z odlewu, tem mniejsza będzie pustka w odlewie (zasypywanie nadlewów węglem — rys. 5).

Wysokość nadlewów stożkowych przy formowaniu i laniu poziomo uzależniona była od wysokości górnej części skrzynki formierskiej. W większości wypadków trzeba było stosować z tego powodu wyższe nadlewy i tem samem rozchodzić nadmierne ilości metalu. Przy nadlewach kulistych, których modele wyjmują się po zaformowaniu w przeciwnym kierunku, t. zn. do wewnątrz, stosować można dokładne wymiary, niezależnie od wysokości skrzynki. Korzystne warunki stosowania nadlewów zaokrąglonych przy laniu wspólnym lejkiem przedstawia rys. 7.

Przy seryjnej produkcji opłaca się przeprowadzać badanie kształtu i położenia jamy usadowej w nadlewie. Przecina się nadlewy, lane w różnych temperaturach w płaszczyźnie leja, celem określenia wielkości i kierunku tworzenia się jamy. Możemy wówczas zwięzając i zaokrąglając nadlewy przeprowadzić daleko idące oszczędności metalu.



Rys. 5.
Nadlewy zasypane piaskiem i węglem drzewnym.

Na rys. 8 widzimy przecięty nadlew szczęki hamulcowej, zasilający dwa ucha równoległe, rozdzielone rdzeniem (w dolnej części nadlewu zarysowuje się kształt rdzenia a). Pomimo, że w tym nadlewie zostały przeprowadzone duże redukcje materiału, to jednak możnaby było jeszcze zmniejszyć objętość według zakreskowanej linii.

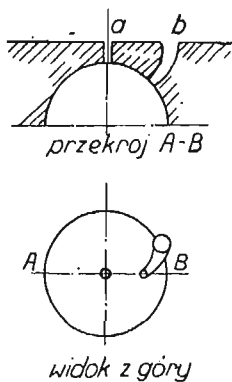
Rys. 9 obrazuje 2 typy nadlewów, użytych do tego samego odlewu. Widoczna jest wyraźna oszczędność metalu w nadlewie zaokrąglonym.

6. Nadlewy kuliste.

Zastosowanie nadlewów zakrytych o kształcie półkulistym dzięki swej niewielkiej zewnętrznej powierzchni w stosunku do objętości przyczynia się do powolnego odprowadzenia ciepła. Poza tem

7. Profilowanie nadlewów.

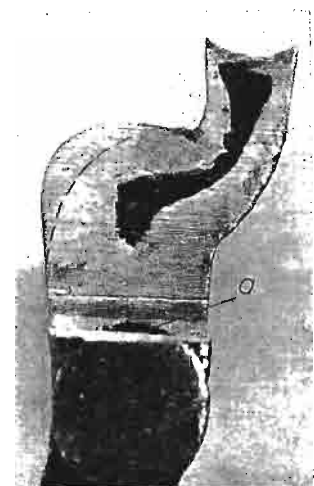
Przy stosowaniu nadlewów półkulistych należy zbadać przekroje wymagające zasilania i odpo-



Rys. 6.
Schemat nadlewu kulistego.

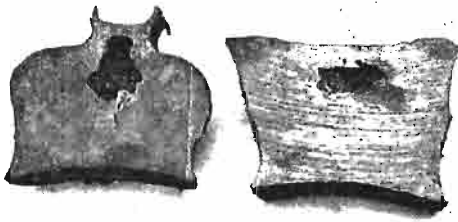


Rys. 7.
Przykład lania w nadlewy kuliste.



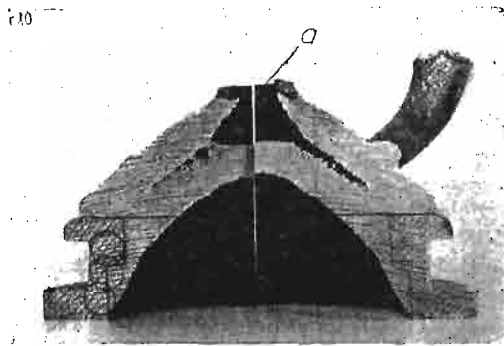
Rys. 8.
Racjonalne ukształtowanie odlewu i nadlewu.

wiednio wyprofilować całokształt nadlewu wraz z grzebieniami zasilającymi. Badając pierścieni



Rys. 9.
Porównanie odlewu stożkowego i kulistego,

o kształtach widocznych na Rys. 10 (wyrysowane linje) wyznaczamy dolny przekrój zapomocą wpisane go koła, które przesuwamy w górę, aż do nadlewu, celem określenia zgrubienia zasilającego.



Rys. 10.
Metoda profilowania nadlewu.

Obwiednia wpisanych kół wyznacza nam profil właściwego nadlewu.

W danym wypadku po wykreśleniu, model został wytoczony wraz z nadlewem; wewnętrzny profil wyznaczył rdzeń. Charakterystyczny jest kształt jamy usadowej rozszerzającej się ku górze w miejscu gromadzenia się gazów, uchodzących przez kanał, dla nich przeznaczony *a*.

8. Konstrukcja lejów i nadlewów w małych odlewach cienkościennych.

Na podstawie rozważań podanych w punktach 2, 3 i 5 łatwo sobie zdać sprawę z trudności, napotykanymi przy fabrykacji odlewów cienkościennych. Jak widzimy otrzymanie zwarte go odlewu cienkościennego jest utrudnione nie tylko przez szybkość procesu krzepnięcia, o czym była mowa w punkcie 3, lecz również ze względu na krótki czas, który mają gazy na opuszczenie formy. Oczywiście trudności rosną, gdy forma odlewnicza jest wykonana z mokrego piasku.

Przy opracowaniu fabrykacji drobnych odlewów cienkościennych należy brać pod uwagę następujące względy:

- dawać szerokie nadlewy. Wąskie i płaskie nadlewy nie dają korzystnych wyników, gdyż zastygają zbyt szybko.
- łać możliwie przez nadlew. Termiczne działanie leja w małym odlewie jest znacznie więk-

sze, niż w odlewie o dużych wymiarach, ze względu na to, że stosunek mas metalu, zawartych w leju i odlewie, jest wielki.

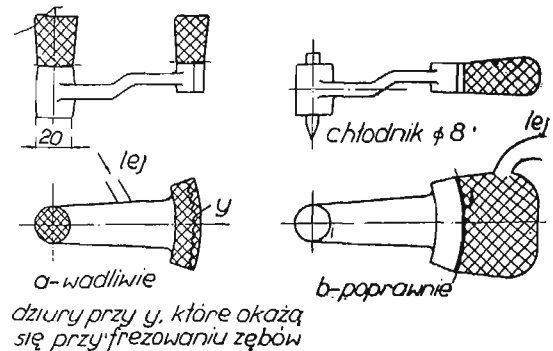
Przez wprowadzenie leja w ściankę formy możemy podwyższyć tak znacznie temperaturę odlewu, że nadlew będzie stygł prędzej od odlewu — otrzymamy zdrowy nadlew a dziurawy przedmiot. Rys. 11 i 12 stanowią przykłady dobrej i złej konstrukcji lejów i nadlewów (w odl. drobnych).

9. Konstrukcja lejów i nadlewów w odlewach ze stali stopowych.

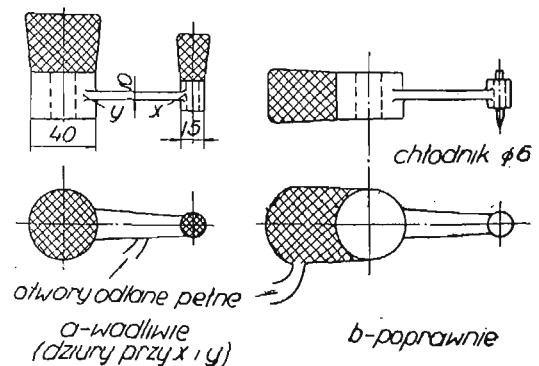
Poza ogólnymi zasadami, opisanymi w poprzednich rozdziałach, należy wziąć pod uwagę pewne specjalne własności stali stopowych, które w dużym stopniu utrudniają otrzymanie zdrowego odlewu.

Chodzi tu w pierwszym rzędzie o tendencję odlewów do pęknięć na gorąco. Skłonność tę obserwujemy w stali manganowej *Hatfielda*, stalach nierdzewiejących i ognioodpornych o wysokiej zawartości chromu, stalach nierdzewiejących chromowoniklowych i stali kwasoodpornej krzemowej (11—17% Si).

Przyczyny pęknięcia należy szukać nie tylko w niskiej wytrzymałości materiału na gorąco i dużym skurczu metalu w stanie stałym. Wchodzi tu w grę również złe przewodnictwo ciepłe stali, dzięki któremu wyrównanie temperatur w poszczególnych częściach odlewu następuje bardzo wolno.



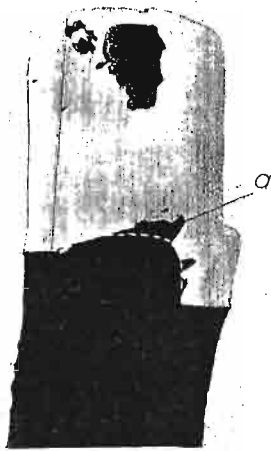
Rys. 11.
Wadliwe i poprawne stosowanie nadlewów.



Rys. 12.
Wadliwe i poprawne stosowanie nadlewów.

Niektóre stale posiadają duży spólczynnik skurczu w stanie płynnym, powodujący tworzenie się

głębokich, lejowatych jam usadowych. Tak np. po obcięciu leja znajdujemy głębokie wciągnięcia sięgające wgłąb sztuki. Pod grubymi nadlewami tworzą się obciążenia *a* (rys. 13) spowodowane oddawaniem ciepła nagromadzonego w piasku formierskim, leżącym bezpośrednio pod nadlewem.

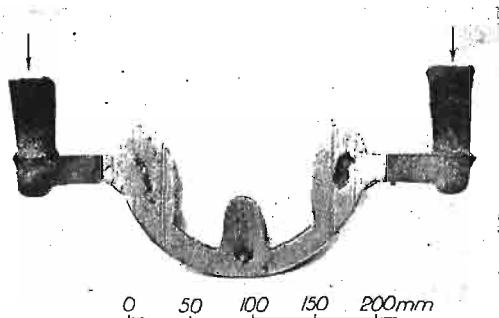


Rys. 13.
Wciągnięcie powierzchni odlewu pod nadlewem.

Dobrym środkiem zapobiegawczym jest w tym wypadku mocne szpilkowanie gwoździami formy pod nadlewem. Duże przykrości ma często odlewnik z powierzchnią odlewów. Niektóre gatunki stali np. stale niklowe mają skłonność do wyżerania ścian formy. Wgłębienia mogą sięgać kilku milimetrów. Błędy te występują zazwyczaj na zgrubieniach ścian, koło nadlewów i przy lejach. Korzystne jest z tego względu wprowadzanie metalu kilkoma lejami w ten sposób, aby przez jedno miejsce nie przepływało zbyt wiele metalu. Pamiętać należy o trudnościach, związanych z obcinaniem lejów i nadlewów ze stali specjalnych. Często jedyną metodą usunięcia nadlewów jest opalenie tlenem lub obcięcie na szybkoobrotowej pile, pracującej przez stopienie metalu. Do stali tego rodzaju należy stal o zawartości 12—14% manganu. Przy innych gatunkach stali, które po odpowiednim żarzeniu zmiękczającym mogą być cięte mechanicznie, należy mieć na uwadze duże koszty, związane z cięciem twardych materiałów.

10. Zabezpieczenie przed jamami usadowymi i pęknięciami w pobliżu lejów.

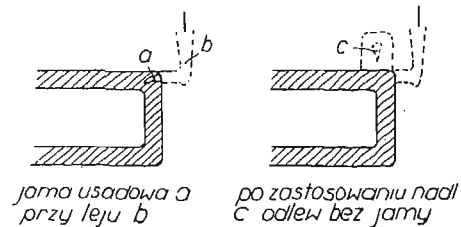
Partje odlewu, położone w pobliżu leja, mają wyższą temperaturę od dalszych części odlewu. Zjawisko to jest powodem często spotykanych jam usadowych bezpośrednio pod lejem; zagadnienie usunięcia tego niebezpieczeństwa zostało rozwiązane przez zastosowanie nadlewów nad temi niebezpiecznymi miejscami. Nadlewy te posiadają



Rys. 15.
Jamy usadowe w nadlewach, ustawionych w pobliżu wlewów.

kilkakrotnie większą objętość od partji odlewu łącznie z częścią leja doń przylegającą. Te nadlewy „wlewowe” zabezpieczają przed t. zw. „wysusaniem” metalu z odlewu przez wcześniej krzepnący wlew. Rys. 14 ilustruje charakterystyczny wypadek.

Rys. 15 obrazuje nam cały układ wlewowy. Odelew, do którego ten lej należy w kształcie dużej panwi, został odlany z 2-ch stron (jak wskazują strzałki). Metal został doprowadzony do formy

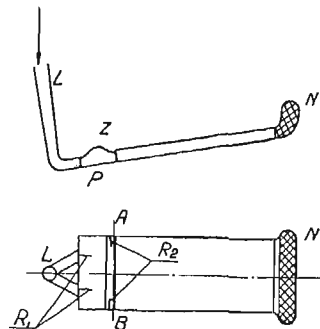


Rys. 14.
Stosowanie nadlewów w pobliżu wlewów celem uniknięcia jam usadowych.

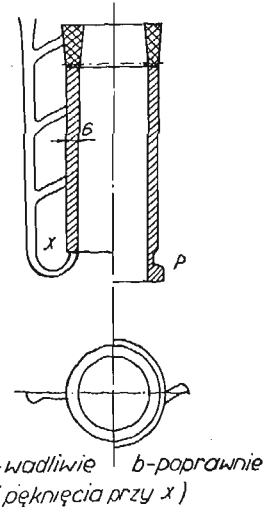
w 3-ch punktach. Przed zastosowaniem nadlewów, w każdym odlewie znajdowały się w 3-ch punktach wlewnych mniejsze lub większe jamy, w zależności od temperatury lania. Po zastosowaniu nadlewów udało się przesunąć jamy usadowe poza przedmiot.

Miejsca odlewu, znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie leja, są najbardziej narażone na wżarcia ścian i na pęknięcia, spowodowane różnicą temperatur. Jasnym się staje, jakie korzyści daje niewprowadzenie lejów bezpośrednio w przedmiot. Lanie bezpośrednio przez nadlew pozwala na uniknięcie oddzielnego leja w przedmiocie ze wszystkimi korzyściami, stąd płynącymi; nie zawsze jednak da się ta metoda zastosować, zarówno ze względu na niebezpieczeństwo zderzenia piasku przez strugę spadającego metalu, jak i ze względu na geometryczny kształt odlewu.

Bardzo dobre wyniki daje t. zw. lanie „przez próg”, polegające na tym, że metal nie wchodzi bezpośrednio do przedmiotu, lecz zapełnia najpierw odpowiednio ukształtowany próg. Próg ten ma za zadanie wzmocnienie ścianki odlewu w miejscu wejścia metalu i przejęciu wszelkich wad od-



Rys. 16.
Przykład lania przez próg.



Rys. 17.
Wadliwe i poprawne formowanie tulei cienkościennej.

lewniczych, związanych z obecnością leja, któreby wystąpiły w odlewie. Na rys. 16 uwidoczniiono zasadę działania prógu. Metal wchodzi do przedmiotu szerokim strumieniem przez płytkę *P*. Zgru-



Rys. 18. Zmniejszenie rozchodu metalu przez stosowanie nadlewów pochyłych.

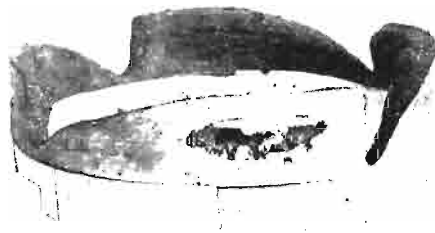
bienie *Z* zapobiega utworzeniu się rys *R1*, idących od leja, któreby sięgały w głąb odlewu. Literą *R2* oznaczono linię tworzenia się ewentualnych pęknięć, nieszkodliwych dla odlewu. Próg



Rys. 19. Nadlew jednolity zwężający się i opadający od miejsca wprowadzenia metalu.

zostaje obcięty wzdłuż linii *AB* przy wykańczaniu odlewu.

Rys. 17 podaje inny przykład lania przez próg. Chodzi o odlew tulei cienkościennej. Lanie z góry



Rys. 20. Nadlewy opadające od miejsca wprowadzenia metalu.

przez nadlew jest niemożliwe ze względu na zbyt wielką długość tulei i możliwość zderzenia piasku przez spadającą strugę metalu. Wprowadzenie metalu w sposób pokazany na rys. 17a jest wadliwe, zarówno ze względu na pęknięcia biegnące koło każdego leja, jak i wciągnięcia pod lejami. Poprawny sposób lania tulei wyobraża rys. 17b. Próg *P* służy zarazem, jako miejsce wyrównania temperatury wchodzącego metalu i jako wzmocnienie dolnego brzegu tulei, który ma skłonność do pęknięcia. Styczne wprowadzenie leja *L* ma za zadanie nadanie ruchu wirowego metalowi w prógu i tem lepsze wyrównanie temperatury przed wejściem metalu do przedmiotu. Tuleje bardzo długie i cienkie mogą być lane pochyło w podobny sposób.

11. Oszczędność metalu w nadlewach.

Stosowanie nadlewów kulistych, opisanych w punkcie 6, daje znaczną oszczędność metalu. Analiza procesu tworzenia się jam usadowych pozwala na znaczne oszczędności również przy odlewach o kształcie pierścieniowym. Przy badaniu całego szeregu nadlewów w odlewach pierścieniowych, lanych poziomo, skonstatowano, że jama usadowa posiada największe wymiary w okolicy wlewów i że zanika stopniowo w miarę oddalenia się od tego miejsca. Nasunęło to myśl wykonania odlewów ściętych przez pochyłe ustawienie form do lania. Na rys. 18 widzimy z prawej strony *a* nadlew zmniejszony do niezbędnych wymiarów — z lewej *b* — o pierwotnym kształcie. W obu wypadkach jama usadowa nie sięga nawet połowy obwodu nadlewu. Na rys. 19 mamy do czynienia z nadlewem zasilającym wieniec koła.

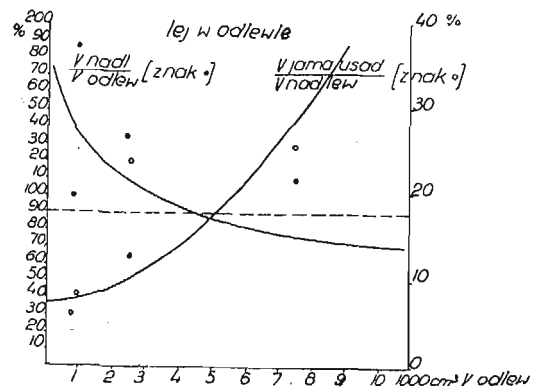
Celem przeniesienia jamy usadowej, tworzącej się przy lejach, z przedmiotu w nadlew, został on w tych miejscach poszerzony i podwyższony — w dalszych partjach nadlew opada i zwęża się.

Na rys. 20 przedstawiony jest inny sposób wykorzystania jaknajmniejszej objętości nadlewu. Metal został wprowadzony 4-ma lejami, symetrycznie umieszczonemi na obwodzie.

Dążąc do stosowania możliwie jaknajmniejszych nadlewów przeprowadzono próby, mające na celu zbadanie stosunku objętości nadlewu do odlewu i stosunku objętości jamy usadowej do nadlewu. Wybrano 10 odlewów małych i średnich, z tego 5 lanych w nadlew i 5 lanych bezpośrednio w przedmiot. Załączone wykresy rys. 21 i 22 wykazują, że przy mniejwięcej jednakowym stosunku jamy usadowej do nadlewu, stosunek nadlewu do odlewu wynosi przy laniu w przedmiot ok. 90%, natomiast przy laniu w nadlew ok. 70%.

12. Lej — nadlew — kokila.

W poszukiwaniu dalszych możliwości zredukowania nadlewów do minimum zostały przeprowadzone próby odlewania kostek o wymiarach $40 \times 40 \times 60$ mm. Zagadnienie polega na zbadaniu



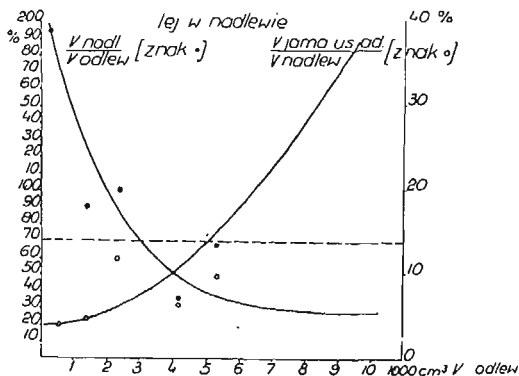
Rys. 21. Porównanie objętości nadlewu i odlewu oraz objętości jamy usadowej i nadlewu przy laniu w odlew.

niem możliwości zastąpienia zasilającego działania nadlewu przez odpowiednie powiększenie wymiarów leja, przy którym mamy najgorętszy metal. Zadanie ułatwiono przez zastosowanie kokil, chło-

dających partje odlewu najbardziej odległe od leja. Na rys. 23 w górnym rzędzie ułożone kostki odlane zostały bez nadlewów i kokil. Jamy usadowe ułożyły się odwrotnie proporcjonalnie do przekrojów lejów o średnicach 15 mm, 20 mm i 25 mm. Kostki znajdujące się w dolnym rzędzie, zostały

Streszczenie.

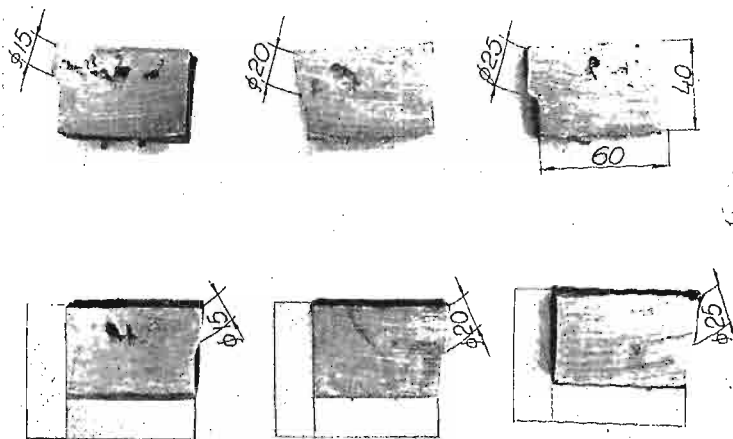
Przedstawiono porównanie nadlewów stożkowych z kulistymi. Wyjaśniono zjawisko tworzenia się jam usadowych wspólnie z pęcherzami szarowymi.



Rys. 22.

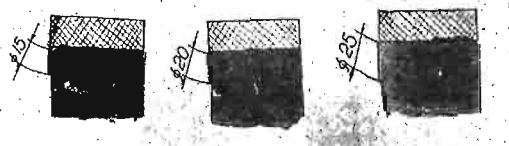
Porównanie objętości nadlewu i odlewu oraz objętości jamy usadowej i nadlewu przy laniu w nadlew.

odlane przy użyciu kokil 20 mm. Jama usadowa przy leju średnicy 15 mm zmniejszyła się wyraźnie, zmalała do minimum przy leju — 20 mm i znikła całkowicie przy leju — 25 mm. Udało się więc odlać bez nadlewu całkowicie zdrową kostkę, studząc metal kokilami i zasilając stosunkowo grubym lejem. Praktyczne zastosowanie ma to przy częściach skomplikowanych dużych odlewów, gdzie stosowanie nadlewów natrafia nieraz na trudności. Rys. 24 przedstawia doświadczenie, mające na celu przesunięcie jamy usadowej do środka kostki przez zastosowanie kokil od góry. Również w tym wypadku wielkość jamy okazała się odwrotnie proporcjonalna do średnicy wlewu i wystąpiła w częściach środkowych. Próba ta ma duże praktyczne znaczenie, gdyż w odlewach, nie pracujących jako elementy wytrzymałościowe, możemy zastąpić nadlew kokilą, licząc się z obecnością nieszkodliwej jamy usadowej wewnątrz szuki.



Rys. 23. Próby odlania kostek bez nadlewu przy zastosowaniu kokili z boku i z dołu.

Omówiono sposoby oszczędności metalu przez odpowiednie kształtowanie nadlewów i metody stosowania nadlewów w odlewach cienkościennych.



Rys. 24. Próby odlania kostek bez nadlewu przy zastosowaniu kokili od góry.

Przedstawiono złe i dobre wykonanie wlewów oraz możliwości zastąpienia nadlewu przez kokilę i wlew zasilający.

Inż. O. MARCINOWSKI

621 . 365 : 621 . 745 . 561 : 669 . 14

Bilans cieplny i materiałowy przy topieniu stali w piecu elektrycznym

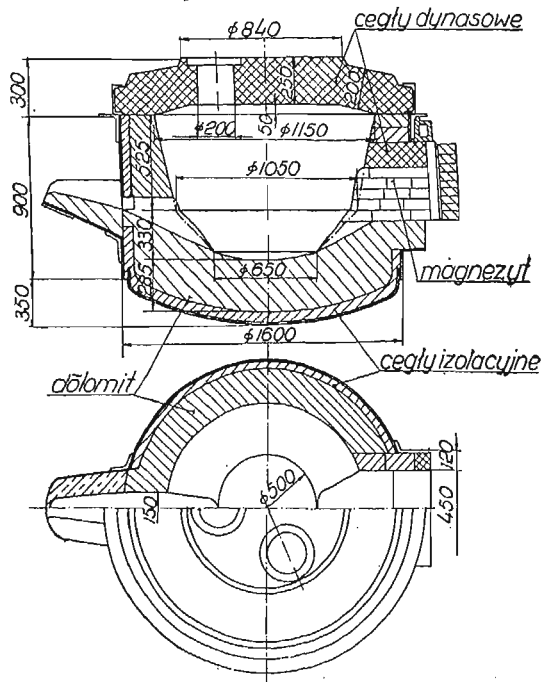
Z inicjatywy doc. inż. K. Gierdziejewskiego, Kierownika Zakładu Odlewnictwa Politechniki Warszawskiej, przeprowadzono szczegółowe badania i obserwacje pracy pieca elektrycznego syst. *Heroull'a*, ładowności 750 kg, na prąd zmienny, trójfazowy. Ogólny widok kadłuba pieca podaje rys. 1. Piec posiada zasadowe obmurze z dolomitu i jedynie sklepienie okna wsadowego oraz pokrywa wykonane są z cegły dynasowej. Prąd o napięciu 5000 V doprowadza się do transformatora piecowego mocy 500 kVA, przetwarzającego prąd na napięcia 130 — 120 — 100 — 92 —

75 — 69 V. Do łagodzenia uderzeń prądu na początku wytopu służy cewka dławikowa mocy 100 kVA. Piec posiada automatyczną hydro-elektryczną regulację elektrod systemu „Arca”. Elektrody grafitowe średnicy 150 mm.

W okresie badania piec pracował w ciągu 16 godzin na dobę, wyłącznie na zimnym wsadzie z jednolitego materiału, gwarantującego stały skład chemiczny wsadu. Wytapiano stal na odlewy stalowe ze stali węglowej i manganowej.

W pracy pieca rozróżniamy dwa zasadnicze okresy wytopu:

- I okres — nagrzanie i roztopienie wsadu, wytworzenie pierwszego żuźla i utlenienie domieszek,
 II okres — wytworzenie drugiego żuźla, redukcowanie tlenków i podgrzewanie wanny.



Rys. 1.

Podstawą do zestawienia bilansu materiałowego były badania i pomiary dokonane podczas 9 wytopów staliwa węglowego, a mianowicie: dnia 8. VII. 35 r. (trzeci dzień po zmianie obmurza pieca) wytopy Nr. Nr. 2335 i 2336, dnia 18. VII. 35 r. (pod koniec kampanji pieca) wytopy Nr. Nr. 2374, 2375, 2376 i 2377 oraz dnia 24. VII. 35 r. (na początku następnej kampanji) wytopy Nr. Nr. 2401, 2404 i 2406. W tabeli 1 podano średnie ilości staliwa

TABELA 1.

Średnie ilości stali otrzymanej z jednego wytopu, rozchód elektrod grafitowych oraz energii elektrycznej podczas topienia stali węglowej.

Ciężar stali otrzymanej z wytopu kg	673,9
Całkowity czas trwania wytopu	1 ^h 50'
Czas trwania I okresu wytopu	1 ^h 27'
„ „ II „ „	23'
Postój pieca między wytopami	1 ^h 48'
Rozchód energii elektr. kWh	
na 1 wytop	789
na I okres wytopu	613
na II „ „	176
na 1 tonnę gotowej stali	1170
Rozchód elektrod	
na 1 wytop	6,75
na 1 godzinę	3,68
na 1000 kWh	8,90
na 1 tonnę gotowej stali	10,02
na I okres wytopu	5,25
na II „ „	1,50

zważone bezpośrednio po ukończeniu wytopu, czas trwania wytopu oraz rozchód elektrod i energii elektrycznej.

Część energii elektrycznej, doprowadzonej do transformatora jest stracona w transformatorze i w przewodach. Straty te można rozbić na następujące pozycje:

- 1) straty przy doprowadzeniu energii do pieca:
 - a) w transformatorze i dławiku — odpowiednio 4,3% i 2,15%;
 - b) w przewodach i zaciskach — 1,75%;
 - c) w elektrodach — 7,3%;
- 2) Straty na chłodzenie elektrod i sklepienia okna wsadowego wodą — 13,55%;
- 3) Straty przez promieniowanie i unoszenie ciepła przez zewnętrzną powierzchnię obudowy pieca podaje tabela 2;

TABELA 2.

Ogólne zestawienie strat na promieniowanie i unoszenie ciepła.

Pozycja strat	Promieniowanie		Unoszenie		Suma %
	kWh	%	kWh	%	
Płaszcz cylindryczny	16,50	2,10	14,50	1,85	3,95
Dno	5,65	0,72	5,00	0,64	1,36
Pokrywa	13,35	1,70	8,55	1,10	2,80
Okno wsadowe	1,96	0,25	1,15	0,15	0,40
Razem	37,46	4,77	29,20	3,74	8,51

TABELA 3.

Skład chemiczny materiałów ładowanych do pieca.

L. p.	Nazwa materiału	Skład chemiczny
1	Złom stalowy	C — 0,35%, Mn — 0,6%, Si — 0,35%, P — 0,03%, S — 0,03%;
2	Koks	C — 85%, Popiół — 10,5%, S — 1,2%, H ₂ O — 3,3%;
3	Wapno palone	CaO — 75%, CO ₂ — 19,5%, SiO ₂ — 2%, H ₂ O — 2%, Al ₂ O ₃ — 1,5%;
4	Dolomit	CaO — 53%, MgO — 32,5%, SiO ₂ — 4%, Fe ₂ O ₃ — 5,5%, Al ₂ O ₃ — 3%, CO ₂ — 2%;
5	Fluoryt	CaF ₂ — 96%, SiO ₂ — 4%;
6	Elektrody grafitowe	C — 96,65%, Popiół — 2,55%, H ₂ O — 0,8%;
7	Popiół elektrod	SiO ₂ — 25%, CaO — 22%, Fe ₂ O ₃ — 53%;
8	Ruda	Fe ₂ O ₃ — 92,5%, SiO ₂ — 5,4%, MnO ₂ — 0,35%, CaCO ₃ — 0,6%, Al ₂ O ₃ — 1,15%;
9	Żelazo-mangan	Mn — 75%, C — 7%, Si — 2%, P — 0,1%, S — 0,1%, Fe — 15,8%;
10	Żelazo-krzem	Si — 78%, C — 0,1%, Mn — 0,5%, P — 0,08%, S — 0,04%, Fe — 21,28%;
11	Popiół koksu	Fe — 3%, Al ₂ O ₃ — 24%, SiO ₂ — 42%, CaO — 5%, MgO — 1,2%, P ₂ O ₅ — 0,2%, MnO — 0,25%, SO ₃ — 3,5%, Fe ₂ O ₃ — 20,85%;
12	Cegła dynasowa	SiO ₂ — 94,5%, Al ₂ O ₃ — 2,8%, CaO — 0,5%, Fe ₂ O ₃ — 2,2%;

- 4) Straty przez promieniowanie przy otwarciu okna wsadowego wynoszą 1%;
- 5) Straty ciepłne wewnętrznej przestrzeni pieca w okresie ładowania wynoszą 7,7%.

Skład chemiczny poszczególnych materiałów, ładowanych do pieca, podany jest w tabeli 3; tabela 4

TABELA 4.

Zestawienie materiałów ładowanych do pieca (kg).

Okres wytopu	Złom stalowy	FeSi	FeMn	Ruda	Wapno	Fluoryt	Dolomit	Koks	Al
I	700	—	—	9,62	20,46	10,74	30,12	1,07	—
II	—	11,96	2,82	—	20,23	16,54	10,00	2,46	0,55
Razem	700	11,96	2,82	9,62	40,69	27,28	40,12	3,53	0,55

podaje średnie ilości poszczególnych materiałów, ładowanych do pieca w I i II okresie wytopu.

Prócz załadowanych materiałów, obmurze pieca również bierze udział w procesie topienia. W celu określenia zużycia obmurza dokonano szeregu pomiarów przed rozpoczęciem pracy pieca i po jej zakończeniu; średnie zużycie, przypadające na jeden wytop obmurza dolomitowego, wynosi 4,8 kg, a pokrywy dynasowej 3,5 kg.

Ilość żużla w I okresie wynosiła 86,1 kg, a w drugim — 79,3 kg.

Przeciętny skład chemiczny stali węglowej, żużla oraz gazów w I i II okresie wytopów podaje tabela 5.

Bilans materiałowy przeprowadzamy osobno dla I i II okresu wytopu, najpierw dla wanny z metalem, a następnie dla żużla. Zestawienie składu chemicznego i ciężaru wanny metalu podaje tabela 6, przy czym przy obliczeniach wychodziliśmy z zawartości FeO w żużlu. Jak wynika z tabeli 6, ilość gotowej stali (684,93 kg) bardzo nieznacznie różni się od średniej ilości, otrzymanej z wytopu (673,9 kg), uzyskanej przez ważenie. Różnicę wynoszącą około 1,5% możemy z jednej strony traktować jako zgar mechaniczny, a z drugiej jako pozostałość w piecu.

Przyjmując za podstawę ilości spalonych składników wanny metalu wykonywamy zestawienie wagi i składu I i II żużla, podane w tabeli 7, które umożliwi nam wykonanie zestawienia bilansu materiałowego, podanego w tabeli 8.

Do obliczenia ilości ciepła, niezbędnego na nagrzanie, roztopienie i podgrzanie stali, przyjmujemy temperaturę topienia stali, zawierającą 0,35% C, 1495°, ciepło właściwe stali w granicach od 25°C do temperatury topliwości — 0,167 Kal/kg i 1°C, ciepło utajone topienia stali 68 Kal/kg i ciepło

TABELA 5.

Przeciętny skład chemiczny stali węglowej żużla i gazów w %

Okres	S T A L					Ż U Ż E L							G A Z				
	C	Si	Mn	P	S	SiO ₂	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	C	P ₂ O ₅	CO ₂	O ₂	CO	N ₂
I	0,24	0,17	0,34	0,01	0,01	13,8	22,38	2,98	6,79	51,86	0,19	0,19	1,5	10,68	1,19	7,1	81,03
II	0,26	0,52	0,65	0,01	0,01	8,34	15,5	0,59	5,61	67,29	0,18	0,15	0,1	1,8	1,0	27,71	69,49

TABELA 6.

Zastawienie ciężarów poszczególnych składników wanny metalu w I i II okresie wytopu kg.

Okres	Materiał	Razem	Fe	C	Mn	Si	P	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	H ₂ O	Inne
I	Złom stalowy	700,0	690,48	2,45	4,2	2,45	0,21	0,21	—	—	—	—
	Ruda	9,62	6,23	—	0,03	—	—	—	0,52	0,11	—	O ₂ = 2,73
	Koks	1,07	—	0,91	—	—	—	0,01	—	—	0,04	pop = 0,11
	Elektrody	5,25	—	5,07	—	—	—	—	—	—	0,04	„ = 0,14
	Razem	715,94	696,71	8,43	4,23	2,45	0,21	0,22	0,52	0,11	0,08	2,98
II	Pozostaje w wannie po I okr.	687,02	681,71	1,65	2,33	1,17	0,07	0,09	—	—	—	—
	Wypalito się w I okr.	28,92	15,00	6,78	1,90	1,28	0,14	0,13	0,52	0,11	0,08	2,98
	W wannie w początku II okr.	687,02	681,71	1,65	2,33	1,17	0,07	0,09	—	—	—	—
	Mąka koksowa	2,46	—	2,09	—	—	—	0,03	—	—	0,08	pop = 0,26
	Elektrody	1,50	—	1,45	—	—	—	—	—	—	0,01	„ = 0,04
FeMn	2,82	0,44	0,20	2,12	0,06	—	—	—	—	—	—	
FeSi	11,96	2,55	0,01	0,06	9,33	0,01	—	—	—	—	—	—
Razem	705,76	684,70	5,40	4,51	10,56	0,08	0,12	—	—	0,09	0,30	
Gotowa stal	684,93	675,13	1,76	4,39	3,51	0,07	0,07	—	—	—	—	
Wypalito się	20,83	9,57	3,64	0,12	7,05	0,01	0,05	—	—	0,09	0,30	

właściwe ciekłej stali w granicach podgrzania 0,2 Kal/kg.

Średnią temperaturę materiałów, ładowanych do pieca, przyjęto równą temperaturze otoczenia + 23°C.

Przyjmując za podstawę powyższe dane oraz zestawienie bilansu materiałowego, zestawiamy bi-

lans cieplny w tabeli 9 oraz zapomocą wykresu *Sankay'a* (rys. 2).

Spółczynnik sprawności pieca, określaný jako stosunek ilości ciepła pobranego przez metal i żużel do ogólnej ilości ciepła rozchodowanej podczas wytopu, wynosi 39,4%. Ten współczynnik sprawności pieca należy uważać za istotny, ponieważ nie-

TABELA 7.
Zestawienie ciężaru i składu żużla (kg).

	Składnik	Razem	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	S	MnO	FeO	CO ₂	CaF ₂	H ₂ O	Reszta
I żużel I	Z metalu	24,91	2,74	—	—	—	0,32	0,13	2,45	19,27	—	—	—	—
	Z rudy	0,66	0,52	0,11	—	—	—	—	0,03	—	—	—	—	—
	Dolomit (zasyp)	30,12	1,20	0,90	15,96	9,79	—	—	—	—	0,60	—	—	1,67
	Fluoryt	10,74	0,43	—	—	—	—	—	—	—	—	10,31	—	—
	Dynas (z pokrywy)	1,75	1,65	0,05	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04
	Dolomit z obmurza	2,40	0,09	0,07	1,27	0,78	—	—	—	—	0,05	—	—	0,14
	Wapno	20,46	0,41	0,30	15,35	—	—	—	—	—	3,99	—	0,41	—
	Popiół z koksu	0,11	0,05	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03
	Popiół z elektrod	0,14	0,04	—	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	0,07
	Razem	91,29	7,13	1,46	32,62	10,57	0,32	0,13	2,48	19,27	4,64	10,31	0,41	1,95
Przeszło w żużel I	81,19	7,13	1,46	32,62	10,57	0,32	0,13	2,48	19,27	—	—	—	1,95	
Uleciało z gazami	10,10	—	—	—	—	—	—	—	—	4,64	5,05	0,41	—	
II żużel II	Z metalu	28,72	15,11	1,04	—	—	0,02	0,10	0,15	12,30	—	—	—	—
	Wapno	20,23	0,40	0,30	15,17	—	—	—	—	—	3,95	—	0,41	—
	Dolomit	10,00	0,40	0,30	5,30	3,25	—	—	—	—	0,20	—	—	0,55
	Fluoryt	16,54	0,66	—	—	—	—	—	—	—	—	15,88	—	—
	Dynas (z pokryw)	1,75	1,65	0,05	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04
	Dolomit z obmurza	2,40	0,09	0,07	1,27	0,78	—	—	—	—	0,05	—	—	0,14
	Popiół z koksu	0,25	0,11	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,07
	Popiół z elektrod	0,04	0,01	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02
	Razem	79,93	18,43	1,83	21,76	4,03	0,02	0,10	0,15	12,30	4,20	15,88	0,41	0,82
	Przeszło w żużel II	67,57	18,43	1,83	21,76	4,03	0,02	0,10	0,15	12,30	—	—	—	0,82
Uleciało z gazami	12,36	—	—	—	—	—	—	—	—	4,20	7,75	0,41	—	

TABELA 8.
Zestawienie bilansu materiałowego

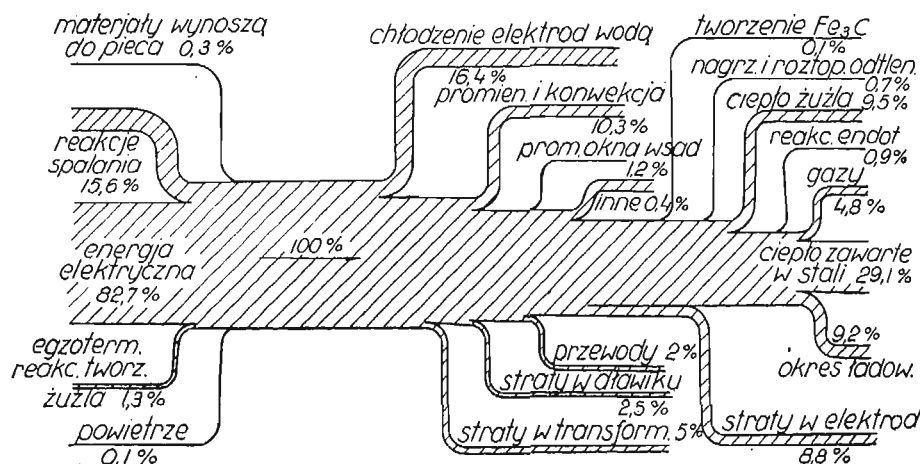
L. p.	Wprowadzono do pieca	kg	L. p.	Otrzymano z pieca	kg
1	Złom stalowy	700,00	1	Stal gotowa	684,93
2	Koks pod elektrody	1,07	2	Żużel I	81,19
3	Mąka koksova	2,46		Żużel II	67,57
4	Elektrody	6,75	3	Produkty spalania:	
5	Ruda	9,62		I okres: CO — 7,33	
6	Wapno palone	40,69		CO ₂ — 17,35	
7	Dolomit (zasyp)	40,12		N ₂ — 64,85	
8	Fluoryt	27,28		O ₂ — 1,40	90,93
9	Dynas	3,50		II okres: CO — 10,34	
10	Dolomit (z obmurza)	4,80		CO ₂ — 1,07	
11	Fe — Si	11,96		N ₂ — 48,74	
12	Fe — Mn	2,82		O ₂ — 0,43	60,58
13	Aluminium	0,55	4	Wydzielony fluor	12,80
14	Powietrze I okres	82,06	5	Para wodna	0,82
	II „	66,07	6	Pył (jako reszta)	0,93
	Razem	999,75		Razem	999,75

tylko ciepło potrzebne do topienia stali jest ciepłem użytecznym, lecz również konieczne jest dla

otrzymania dobrej stali wprowadzenia żużla. Uwzględniając zaś tylko ilość ciepła potrzebną do stopienia stali otrzymamy współczynnik sprawności pieca 29,9%.

Obecnie w literaturze posiadamy pewną ilość ogłoszonych bilansów pieców elektrycznych. Bilanse te zostały wykonane dla pieców, pracujących w tak odmiennych warunkach, że można je porównywać tylko z wielkimi zastrzeżeniami. W tabeli 10 podajemy zestawienie charakterystyk pieców elektrycznych, pracujących na zimnym wsadzie, oraz współczynniki sprawności pracy tych pieców.

Na zakończenie poczuwam się do obowiązku po-



Rys. 2.

TABELA 9.
Zestawienie bilansu cieplnego.

L p.	Przychód	Kal.	%	L p.	Rozchód	Kal.	%
1	Materiały wprowadzają do pieca	2352,8	0,3	1	Ciepło pobrane przez stal	246427	29,9
2	Reakcja spalania	128603,4	15,6	2	Ciepło unoszone z żużlem	78532	9,5
3	Tworzenie żużla	10809,5	1,3	3	Reakcja endotermiczna	7680	0,9
4	Powietrze wnosi do pieca	820,0	0,1	4	Ciepło uniesione z gazami	39235	4,8
5	Energja elektryczna	682090,0	82,7	5	Straty energii elektrycznej		54,5
	Razem	824675,7	100%	6	Straty nie ujęte rachunkiem		0,4
					Razem	824675,7	100%

TABELA 10.
Porównanie charakterystyk pieców elektrycznych.

	Autor	Balandin ¹⁾	Ednerat ²⁾	Bartan ³⁾	Borogow ⁴⁾	Fiat ⁵⁾	Keil i Hes ⁵⁾
1	Pojemność pieca	0,75 t.	0,75 t.	1,5 t.	3,0 t.	3,5 t.	5,0 t.
2	System pieca	Heroult	Steinberg	Heroult	Heroult	Heroult	Fiat
3	Moc transformatora kVA	500	220		650	520	2000
4	Napięcie robocze V	130, 120 100, 92 75, 69	80, 60, 40, 30	124	104	98	130
5	Rodzaj elektrod	grafitowe	węglowe	węglowe	węglowe	węglowe	grafitowe
6	Średnica elektrod mm	150	40	300		320	250
7	Rozchód elektrod na 1 t stali	10, 02	10	21	16,8	17,0	3-4
8	Czas trwania wytopu	1 ^h 50'	5 ^h 45'	6 ^h	5 ^h 26'	9 ^h 40'	2 ^h 46'
9	Rozchód energii na 1 t stali	1170	1338	1130	1002	988	710
10	Rozchód energii na roztopienie	910				734	570
11	Spółczynnik sprawności topienia stali %	29,9	34,81	32,85	34,13	34,37	35,92
12	Spółczynnik sprawności topienia stali + żużla %	39,4	37,80	40,28	38,92	40,72	44,63

¹⁾ Żurnal Russkago Miednurgiczeskago Obszczestwa 1929 r., Nr. 2, str. 228-287.

²⁾ Dorogow „Tieplowoj i matierjalnoj bałansy", Moskwa, 1932 r., str. 164.

³⁾ Refining metals electrically, Cleveland, 1926 str. 204.

⁴⁾ Il formo elettrico Fiat.

⁵⁾ Stahl und Eisen, 1925 r., Nr. 28, str. 1134.

dziękować Kierownikowi Zakładu Odlewnictwa Politechniki Warszawskiej, p. doc. inż. *K. Gierdziejewskiemu* za inicjatywę podjęcia tej pracy, jak również za cenne wskazówki podczas jej wykonania, zaś p. *W. Gwiazdowskiemu* — za bezpośrednią pomoc, pomiary i przeliczenia.

RÉSUMÉ.

Base sur un nombre de recherches exécutées pendant 9 fusions d'acier au carbone et au manganèse, on a rassemblé

dans des tableaux les bilans des charges et bilans thermiques du four électrique à arc, de 750 kgs de capacité; quis on a comparé les coefficients du rendement du four en considérant la chaleur indispensable pour la fusion de l'acier, ainsi que la chaleur nécessaire pour la formation des scories.

Comme le tableau 10 l'indique, le coefficient du rendement des petits fours électriques pour charges froides est à peu près 40%.

Inż. K. GIERDZIEJEWSKI

662. 741. 3: 669. 13.

Próby wytapiania żeliwa maszynowego na koksie krajowym

Zagadnienie koksowe jest dla Polski bardzo ważne pod względem technicznym i gospodarczym. Jak wiadomo, pewne cechy koks polskiego stoją na przeszkodzie, aby uznać go było można za koks pełnowartościowy, uniemożliwiając szersze jego zastosowanie w krajowym hutnictwie, a tem bardziej odlewnictwie.

Zmuszeni więc jesteśmy importować znaczne ilości koks, przede wszystkim z Czechosłowacji, co jest dla nas wysoce niekorzystne nie tylko ze względów gospodarczych (ubytek dewiz), lecz w stopniu znacznie wyższym, ze względów ogólnych, stawiających dwie najpoważniejsze gałęzie przemysłu metalowego (hutnictwo i odlewnictwo) w zależności od zmiennych fluktuacji politycznych. Przemysł odlewniczy spożył, na przykład, w r. 1935 przeszło 20 000 t koks zagranicznego wartości powyżej 1 500 000 zł.

Specjalne cechy naszego koks, zamykające mu drogę do szerszego zastosowania w hutnictwie i odlewnictwie, wiążą się z własnościami węgla, który do tego celu może być u nas zastosowany; zaostroża to całe zagadnienie koksowe i zmusza do zupełnie samodzielnego szukania dróg wyjścia z sytuacji, w jakiej się znajdujemy. Tłomaczy nam to dlatego od dłuższego czasu prowadzone są w tym kierunku badania i dlatego zagadnienie to pozostaje nadal aktualne.

Prace, prowadzone w kraju przez szereg instytucji naukowych i przemysłowych, zdążają do rozwiązania zagadnienia koksowego, o ile się nie mylą, w dwóch kierunkach: zmodyfikowania warunków prowadzenia procesów koksowania i, jeżeli chodzi o odlewnictwo, — przystosowania warunków spalania koks w żeliwiaku do specyficznych cech krajowego koks. Kierunki te, zresztą, zaciebiają się między sobą i dlatego wzajemnie się uzupełniają.

Prace w kierunku przystosowania przebiegów spalania w żeliwiaku do naszego koks prowadzone są od kilku lat w Zakładzie Technologji Paliwa Krakowskiej Akademji Górniczej; drugi kierunek reprezentowany jest przez Chemiczny Instytut Badawczy, gdzie pod kierunkiem prof. *W. Świętosławskiego* studjowane jest zagadnienie koksowe na szerszej podstawie.

Przy końcu r. ub. ogłoszona została praca doktorska inż. *M. Czyżewskiego* „Najkorzystniejsza

wysokość warstwy spalania koks”, wykonana w Zakładzie Technologji Paliwa, zakończona takim wnioskiem: „biorąc rzecz teoretycznie, można otrzymać gorące żeliwo na każdym gatunku koks, przy stosowaniu odpowiednich warunków pracy”. Co rozumieć należy pod „odpowiednimi warunkami” uzasadnia autor w sposób przekonujący w teoretycznej części swojej pracy.

Publikacja ta, zakończona wnioskiem, który w razie jego słuszności może pociągnąć bardzo daleko idące konsekwencje dla naszego życia gospodarczego, dała asumpt do pracy w kierunku sprawdzenia na drodze praktycznej wniosków dr. *M. Czyżewskiego* i zapoczątkowana została w Zakładzie Odlewnictwa Politechniki Warszawskiej. Państwowe Zakłady Inżynierji umożliwiły przeprowadzenie prób w skali przemysłowej, za co należy im się szczere podziękowanie. Wyniki tych prób pragnę przedstawić w niniejszym referacie.

Zadanie wymagało rozbicia na trzy etapy: 1) ustalenie metod pomiarów i kontroli parametrów, pozwalających obiektywnie ustalić charakterystykę pracy żeliwiaka i wyników topienia, 2) przeprowadzenie ścisłych obserwacji przebiegu topienia normalnego, które można przyjąć za wzorzec porównawczy i, na koniec, 3) zbadanie kilku wybranych gatunków koks krajowego normalnej produkcji i przeprowadzenie szeregu wytopów w warunkach ustalonych teoretycznie przez dr. *M. Czyżewskiego*.

Szczegółowe sprawozdanie z wyników tej pracy we wszystkich trzech etapach wychodzi poza granice niniejszego, tembardziej, że etap pierwszy był zapoczątkowany znacznie wcześniej, aniżeli ukazała się omawiana publikacja dr. *M. Czyżewskiego*, ogłoszona w czasopiśmie „Przeгляд Górniczo-Hutniczy” (w roku 1935, zeszyt 9, str. 437), i może stanowić materiał do osobnego referatu. Zakończenie pierwszego etapu w r. ub. dało możliwość prawie natychmiastowego przystąpienia do etapów następných, ponieważ niezbędna aparatura i metoda pracy były ustalone.

Również bardzo korzystna była możliwość przeprowadzenia topienia w żeliwiakach, obsługiwanych przez wentylator o wydajności powietrza dużo większej od normalnej. Zamiast dawnego wentylatora o wydajności 120 m³/min i m² powierzchni przekroju pieca, nowy wentylator w odlewni P. Z.

Inż. mógł dostarczać do 160 m³/min i m², co znakomicie rozszerzało zakres możliwości doświadczalnych. Szereg zainstalowanych aparatów pomiarowych z automatyczną rejestracją wyników umożliwiało utrzymanie ustalonych warunków biegu żeliwiaka i ułatwiało kontrolę pracy pieca. Możliwość wykorzystania tego rodzaju instalacji do celów doświadczalnych znakomicie zwiększa wartość otrzymanych wyników, tembardziej, że ich zainstalowanie przed kilkoma miesiącami w odlewni żeliwa P. Z. Inż. pozwoliło wyregulować bieg pieca na koksie czeskim i ustalić najkorzystniejsze warunki pracy tej odlewni, która wykonywa przeważnie bardzo cienkie i trudne odlewy części samochodowych, motocyklowych i t. p. Przyczyniło się to znakomicie do tego, że wyniki wytopów doświadczalnych, prowadzone na koksie krajowym w warunkach „znormalizowanego” biegu żeliwiaka mogą być porównywane z wynikami pracy na koksie czeskim, bez obawy poczynienia większych błędów. Tem się też tłumaczy, że względnie w krótkim czasie po ogłoszeniu pracy dr. *M. Czyżewskiego* mogę podać do wiadomości rezultaty pracy mojej, która w wynikach swych może dać podstawę do przebudowy stosunków obecnie istniejących w odlewnictwie. Czynię to z całą świadomością tych możliwości. Plan postępowania przy prowadzeniu badań w etapie trzecim ustalony został w następującej kolejności:

- a) określić szczegółowo wszystkie charakterystyki fizyczne, termochemiczne i technologiczne trzech gatunków koksu krajowych, które à priori uważać można jakościowo za najwyższe i najodpowiedniejsze do celów odlewniczych;
- b) ustalić na podstawie przeliczeń, opartych na teoretycznych wywodach dr. *M. Czyżewskiego* najwłaściwszy sposób prowadzenia żeliwiaka na koksie, który na podstawie badań p. a) wykaże najwyższą jakość z punktu widzenia odlewniczego;
- c) przeprowadzić szczegółową obserwację trzech wytopów w warunkach ustalonych w p. b) w kombinacjach następujących:
 - 1) wsad metalowy drobny, (ciężar kawałka w granicach ok. jednego kg) i możliwie staranne usunięcie ziemi z gąsek surówki i kawałków złomu,
 - 2) wsad metalowy normalny i z dodatkiem złomu stali do 40%; koks skrapiany obficie mlekiem wapiennym (normalny warunek pracy na koksie czeskim),
 - 3) powtórzenie topienia jak pod 2), lecz z zastosowaniem koksu nieskrapianego mlekiem wapiennym, z tem zastrzeżeniem, że w razie wyników negatywnych przy próbie pierwszej, należy ją powtórzyć w warunkach identycznych.

Realizacja planu miała przebieg następujący.

Zbadano trzy gatunki koksu krajowego A, B i C, pochodzące z trzech koksowni górno-śląskich i dostarczone do odlewni w ilości po 15 t wprost z koksowni bez specjalnych zastrzeżeń, że koks przeznaczony jest do żeliwiaka.

Określenie charakterystyk wszystkich gatunków koksu przeprowadzono w Laboratorium Metalur-

gicznym P. Z. Inż., w Chemicznym Instytucie Badawczym i w Zakładzie Technologii Ciepła i Paliwa Akademii Górniczej w Krakowie, za co spieszę tu podziękować. Takie rozdzielanie czynności było wskazane w celu przyspieszenia badania i racjonalnego wykorzystania aparatury, ponieważ żadna z tych placówek nie miała możliwości określenia wszystkich potrzebnych charakterystyk. Dla badania rozkruszalności koksu metodą bębnową postawiona została nowa instalacja, ściśle wg. znormalizowanej metody „Micum”, dokładnie opisanej w „Hutniku” (r. 1930, str. 437). Ponieważ konstrukcja, wymiary i liczby obrotów zupełnie dokładnie odpowiadają wskazanemu wyżej opisowi, pomnę całkowicie tę stronę, lecz dodam, że w celu ustalenia porównawczej charakterystyki rozkruszalności koksu czeskiego, normalnie stosowanego w odlewni do przetapiania, poddany on był próbom bębnowym w warunkach zupełnie identycznych, jak koks krajowe.

Dla każdego gatunku koksu przeprowadzono po 12 prób, odrzucając wyniki najlepszy i najgorszy; do prób przystąpiono po uprzednim przygotowaniu personelu (dwa kolejne badania jednej partii nie powinny być wykazywać rozbieżności powyżej $\pm 5\%$). Tak więc wyniki przedstawione w tabeli 1 uzyskano jako średnie z dziesięciu określeń.

TABELA 1.

Fracje w %	Koks krajowy z koksowni			Koks czeski
	A	B	C	
> 40 mm — t. zw. twardość	52	48	32	86
40 — 20 mm — „ „ miękkość	28	33	49	5
20 — 10 mm — „ „	9	6	11	2
< 10 mm — „ „ kruchość	11	13	8	7

Wyniki próby bębnowej nie odbiegają od cyfr normalnych i wykazują znaczną wyższość koksu czeskiego, który wykazał się charakterystyką nawet wyższą od przeciętnej. Inne własności koksu zestawione są w tabeli 2.

Tabela 2.

Rodzaj koksu		A	B	C
Skład chemiczny	% C	85,5	91,7	85,4
	% H ₂	0,5	0,5	0,4
	% S całkow.	0,73	0,97	0,75
	% S popiołu	0,15	0,09	0,15
	popiół	11,48	5,62	9,93
	wilgość	2,4	0,7	3,8
	części lotne	3,0	3,1	4,5
Wartość opałowa górna Kal/kg . .		6804	7502	6669
„ „ dolna „		6763	7471	6625
Temperatura zapłonu (w tlenie) . .		495 ⁰	488 ⁰	491 ⁰
Pozorny ciężar właściwy g/cm ³ . .		1,069	1,077	1,105
Średnie ciepło wł. od 19 ⁰ —1500 ⁰ C		0,43	0,44	0,43
Sortyment koksu — średnio mm . .		110	120	100
Objętość międzykawałkowa 1 m ³ koksu w m ³		0,495	0,500	0,495
Spalność redukcyjna przy spalaniu koksu w żeliwiaku wg dr. <i>M. Czyżewskiego</i>		66	64	68

Zestawienie wszystkich uzyskanych charakterystyk pozwala twierdzić, że koks A jest jakości najwyższej i dlatego został on przyjęty do wszystkich dalszych badań.

Dr. M. Czyżewski opiera swoje rozważania teoretyczne na analizie warunków spalania stałego paliwa, a szczególnie szybkości spalania. Autor oznacza ilość spalonego koksu na podstawie linjowej prędkości spalania, którą określa jako „prędkość (cm/min) przesuwania się obserwowanej ścianki spalonego ziarna” i ustala, że zależy ona od temperatury ciśnienia, szybkości przepływającego powietrza, oraz jakości koksu. Następnie, opierając się na wynikach przeprowadzonych pomiarów, konkluduje, że: „prędkość linjowa jest w pewnym stopniu charakterystyczną cechą koksu, która nie zależy ani od kształtu kawałków koksu, ani od ich wielkości, lecz tylko od warunków spalania, oraz własności koksu tak fizycznych, jak i chemicznych” i oświadcza, że, znając prędkość linjową spalania, można łatwo obliczyć ciężarowo i objętościowo ilość spalonego koksu. Rozpatrując w dalszym ciągu warunki spalania różnych gatunków paliwa stałego, dochodzi do wniosku, na podstawie obserwacji większej ilości prób, że: przy spalaniu jakiegokolwiek paliwa ciężar jego zależy od 1) wielkości i kształtu kawałków — t. j. od sortymentu koksu, 2) ciśnienia i szybkości przepływającego powietrza, 3) temperatury żarzenia ziarna paliwa i 4) własności fizycznych i termochemicznych koksu.

W teoretycznej części swojej pracy dr. M. Czyżewski wprowadza wzór na określenie najkorzystniejszej wysokości warstwy strefy spalania, który

jest dość złożony, jednak posługiwanie się nim nie jest zbyt trudne wskutek wprowadzenia przez autora odpowiednio ułożonego nomogramu.

Wzór ten służy do obliczenia warunków prowadzenia żeliwiaka i wymaga określenia linjowej prędkości spalania, zastosowanego koksu, którą ustala się zapomocą badania laboratoryjnego.

Nakoniec, rozważając wyniki swoich przeliczeń, autor wnioskuje, zupełnie słusznie i zgodnie z praktyką, że, zachowując wszystkie niezmiennie warunki pracy żeliwiaka, przy przejściu z sortymentu grubego na sortyment drobny określonego gatunku koksu, można nie tylko otrzymać metal znacznie zimniejszy, lecz nawet wogóle żeliwiak może przestać przetapiać metal.

Na podstawie wzorów dr. M. Czyżewskiego oraz charakterystyk koksu A, przeprowadzono obliczenia teoretycznie właściwych warunków prowadzenia żeliwiaka średnicy 600 mm, które zestawiono w tabeli 3. Żeliwiak ten wprowadzono w dmuch od wentylatora tak dobranego, że wydajność jego wynosi przy otwartych zasuwach do 160 m³/min i m² przekroju. Próbną wytopę przeprowadzono dn. 18, 22, 25, 30 czerwca r. b., przy czym dn. 18 topienie wykonano wg. warunków 1), podanych wyżej (str. 519), dn. 22 i 25 — wg. warunków 2) i 3) str. 519. We wszystkich trzech wypadkach stosowano wyłącznie koks A sortowany ręcznie, z którego usunięto kawałki poniżej 100 mm; średnią wielkość kawałków koksu można przyjąć na 120 mm. Topienie dn. 30 czerwca przeprowadzono na koksie niesortowanym, średnią wielkość kawałków nie przekraczała 85 mm.

TABELA 3.

Obliczenie danych charakterystycznych pracy żeliwiaka średnicy 600 mm na koksie A (średnia wielkość kawałków koksu ok 120 mm).

Dmuch w żeliwiaku	100 m ³ /m ² min			110 m ³ /m ² min			120 m ³ /m ² min		
	28,3 m ³ /min			31,2 m ³ /min			34 m ³ /min		
Zawartość CO ₂ w spalinach %	8	10	12	8	10	12	8	10	12
spalność redukcyjna %	75	67	58	75	67	58	75	67	58
Nabój koksu {	Ciężar kg			Ciężar kg			Ciężar kg		
	19,2	18	17	19,2	18	17	19,2	18	17
	Wysokość mm			Wysokość mm			Wysokość mm		
	127	120	113	127	120	113	127	120	113
„ metalu {	Ciężar przy 20% rozchodzie koksu wsadowego przy 10% CO ₂			Ciężar przy 20% rozchodzie koksu wsadowego przy 10% CO ₂			Ciężar przy 20% rozchodzie koksu wsadowego przy 10% CO ₂		
	90	90	90	90	90	90	90	90	90
„ topnika {	przy rozchodzie topnika 28%			przy rozchodzie topnika 28%			przy rozchodzie topnika 28%		
	CaCO ₃ kg			CaCO ₃ kg			CaCO ₃ kg		
	4,0	3,8	3,6	4,0	3,8	3,6	4,0	3,8	3,6
	CaF ₂ kg			CaF ₂ kg			CaF ₂ kg		
	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2
	Razem kg			Razem kg			Razem kg		
	5,3	5,1	4,8	5,3	5,1	4,8	5,3	5,1	4,8
Założenie potrzebne do obliczeń wg teorii dr. M. Czyżewskiego {	Czas topienia 1 naboju metalu min			Czas topienia 1 naboju metalu min			Czas topienia 1 naboju metalu min		
	3,63			3,30			3,03		
	Ciśnienie dmuchu mm sł. H ₂ O			Ciśnienie dmuchu mm sł. H ₂ O			Ciśnienie dmuchu mm sł. H ₂ O		
	680			680			680		
	Temp. żarzenia koksu °C			Temp. żarzenia koksu °C			Temp. żarzenia koksu °C		
	~ 1600 ⁰			~ 1600 ⁰			~ 1600 ⁰		
	Temp. zapłonu koksu w powietrzu °C			Temp. zapłonu koksu w powietrzu °C			Temp. zapłonu koksu w powietrzu °C		
	~ 585			~ 585			~ 585		
Najkorzystniejsza wysokość warstwy strefy spalania H ₁ mm	236			245			250		
Ciężar koksu w strefie spalania G ₁ kg	35,5			36,9			37,7		
Koniec topienia metalu ponad dyszami H ₂ mm	156			165			170		
Koks spalony w strefie spalania G ₂ kg	12			12			12		
Średnia droga przegrzewania metalu $\frac{H_1 + H_2}{2}$ mm	196			205			210		
Wydajność żeliwiaka kg/m ² godz.	5250			5770			6300		

Wyniki topienia wg. warunków teoretycznie obliczonych zestawione są w tabeli 4 i dały następujące ostateczne rezultaty: dnia 18-go czerwca otrzymano metal prawie od początku dobrze przegrzany; ponieważ liczone się z możliwością niepowodzenia, przygotowano przeważnie formy odlewów o grubszych ściankach i mniej skomplikowanych kształtach, które jednak nie stanowią charakterystycznej produkcji odlewni; wszystkie spusty metalu wykazały zupełnie wystarczającą płynność oraz dostatecznie wysoką temperaturę; ilość żużla była bardzo mała, ze względu na stosowanie możliwie czystego wsadu metalowego. Topienie dn. 22 i 25 czerwca przeprowadzono „na produkcję”, to jest zachowano wszystkie zupełnie normalne warunki, zaś pewność powodzenia po pierwszej próbie była tak duża, że nie przygotowano żadnych form dodatkowych odlewów prostych i przystąpiono do zalewania form z pierwszych spustów metalu; odlewano wszystkie cienkościennych przedmiotów o kształtach skomplikowanych, np. bloki cylindrów samochodowych, cylindry motocyklowe, rury wydechowe, bloki do silników spalinowych *Saurer'a* i t. p. wypadło zupełnie pomyślnie; wszystkie te części, poddane próbie na ciśnienie, a następnie obróbce mechanicznej, nie wykazały najmniejszego pogorszenia, a równoległe przeprowadzone badanie własności żeliwa nie wykazało żadnych zmian, ani w składzie chemicznym, ani we własnościach mechanicznych. Topienie dn. 30 czerwca przeprowadzono dodatkowo i w pierwotnym planie nie było ono przewidziane; zechęćni jednak powodzeniem zastosowania koksu krajowego zdecydowaliśmy przeprowadzić próbę zastosowania koksu A bez

żadnego wstępnego sortowania i użyto koks wprost z zasieku. Warunki prowadzenia żeliwiaka były ponownie przeliczone z uwzględnieniem drobniejszego sortymentu. Metal otrzymano o niższej przeciętnej temperaturze, aniżeli w doświadczeniach poprzednich, lecz dostatecznie wysokiej, bo sięgającej do ok. 1380° C. Jednak własności jego były o tyle niekorzystne (mała lejność — metal martwy), że wypadło przerzucić topienie na koks czeski, aby wyrównać naruszenie biegu pieca. Potwierdziło to przypuszczenie, wynikające zresztą z obliczenia, że przy zastosowaniu drobnego koksu nie da się osiągnąć pomyślnych wyników, szczególnie z powodu zwiększonych oporów przepływającego powietrza. Przypuszczać można, że nastąpiło znaczne zmniejszenie odległości strefy spalania w stosunku do dysz, co pociągnęło, wyraźnie zaobserwowane, obniżenie wydajności żeliwiaka z jednoczesnym większym utlenianiem metalu i otrzymaniem „martwego żeliwa”.

Reasumując stwierdzić można: prowadzenie topienia w żeliwiakach na koksie krajowym jest zupełnie możliwe i przetopiony metal otrzymujemy o temperaturze dostatecznie wysokiej, aby odlewać wszystkie, nawet najbardziej skomplikowane odlewycienkościennie; konieczne jednak jest dotrzymanie całego szeregu warunków, aby rzeczywistość była uważać kwestję zastąpienia koksu zagranicznego koksem krajowym za ostatecznie rozwiązana.

Zanim jednak przejdę do omówienia tych warunków, uważam za wskazane zanalizować tabelę 4

TABELA 4.

Porównanie wielkości założonych lub obliczonych z wynikami pracy żeliwiaka na koksie A

Wyszczególnienie	Wielkości oblicz. lub założ.	Wielkości otrzymane przy pracy żeliwiaka		Wielkości oblicz. lub założ.	Wielkości otrzymane przy pracy żeliw. 25.VI
		18.VI	22.VI		
Dmuch w żeliwiaku m ³ /m ² min.	110	111	108	110	109
% CO ₂ w spalinach	10	10	10	8,0	8,3
Spalność redukcyjna %	67	67	67	75	74
Nabój koksu { Ciężar G ₃ kg Wysokość H ₃ mm	18	18	17,8	19,2	18,3
	120	120	118	127	122
Nabój metalu kg	90	90	90,8	90	90
Nabój topników kg	5,1	4,5	4,8	5,3	5,0
Założenia potrzebne do obliczeń wg teorii dr. <i>M. Czyżewskiego</i> { Czas topienia 1 naboju metalu min. Ciśnienie dmuchu mm sł. H ₂ O Temp. żarzenia koksu ok. °C	3,30	3,29	3,30	3,30	3,20
	680	700	700	680	690
	1600	1700	1700	1600	1700
Czyżewskiego { Temp. zapłonu koksu w powietrzu °C	585	585	585	585	585
	245	225	223	245	225
Najkorzystniejsza wysokość warstwy strefy spalania H ₁ mm	245	225	223	245	225
Ciężar koksu strefy spalania G ₁ kg	36,9	34,0	33,7	36,9	34,0
Koniec topienia metalu ponad dyszami H ₂ mm	165	145	145	165	149
Koks spalony w strefie spalania G ₂ kg	12	12	11,8	12	11,5
Srednia droga przegrzania metalu $\frac{H_1 + H_2}{2}$ mm	205	185	184	205	187
Wydajność żeliwiaka kg/m ² godz.	5770	5800	5820	5770	5920

i porównać cyfry otrzymane z przeliczenia teoretycznego z cyframi bezpośrednio uzyskanymi w drodze pomiarów przy pracy żeliwiaka; stopień ewent. rozbieżności charakteryzowałby w jakim stopniu teoretyczne założenie dr. *M. Czyżewskiego* oraz przyjęte przez niego współczynniki są słuszne.

Porównanie rubryki 2 tabeli 4 z rubrykami 3 i 4 tabeli, jak również rubryk 5 i 6 pozwala stwierdzić, że rozbieżności są minimalne; występują one tylko przy określeniu wysokości strefy spalania H_1 i H_2 w granicach około 10% wartości obliczanej, co uważać należy za wynik wyjątkowo korzystny, świadczący o dużej wartości pracy p. *M. Czyżewskiego*. Z tego też względu, pomijając praktyczne korzyści jakie z tej pracy możemy wyciągnąć, uważać można ją za duży dorobek teoretyczny, oświetlający cały szereg zagadnień, związanych z pracą żeliwiaków. Rzadko kiedy teoretyczne rozważania dają wyniki tak zgodne z praktyką, jak w tym wypadku.

Powracając do omówienia warunków, jakie powinny być, moim zdaniem, przestrzegane, aby rzeczywiście można było wprowadzić koks krajowego pochodzenia do stałego użytku w odlewniach krajowych, wysunę tylko kilka, które uważam za decydujące. Przedewszystkiem w stosunku do koksu: 1) t. zw. twardość koksu przy normalnej próbie bębnowej „*Micum*” nie może być poniżej 50; korzystnym jest ustalić jako dolną granicę nawet 55; 2) przeciętna wielkość kawałków powinna być nie mniejszą od 100 mm, tak aby sortyment koksu można było określić na 120 mm; w stosunku do obecnych dostaw koks powinien być znacznie więcej jednolity pod względem wielkości; czy nastąpi to w drodze ulepszenia procesów koksovania czy też w drodze wysortowania, nie wpływającego na rozkruszalność koksu, jest to obojętne; 3) koksownie, dostarczające koks do żeliwiaków, powinny zastosować takie metody załadowania do wagonów kolejowych, aby przy tej operacji było zapewnione minimalne ścieranie się koksu.

Koks odpowiadający tym warunkom mógłby nosić nazwę „koksu odlewniczego krajowego” w odróżnieniu od obecnej nomenklatury „koks twardy hutniczy”. Ponadto ze względu na to, że większość krajowych odlewni niema możliwości przeprowadzania próby bębnowej w celu stwierdzenia minimalnej twardości koksu, konieczne jest, aby koksownie przy dostawach „koksu odlewniczego krajowego”, wystawiały odpowiedni certyfikat, stwierdzający wynik badania na próbie „*Micum*” każdej dostarczonej partji koksu, tak jak to robią obecnie huty, podając skład chemiczny dostarczonej partji surówki.

Możliwość otrzymania zadowalających wyników przy topieniu na takim koksie, wiąże się z pewnymi warunkami w odniesieniu do surówki, otrzymywanej z hut. W stosunku do surówki uważam za konieczne zachowanie następujących warunków: 1) wielkość gąsek surówki powinna być zmniejszona i przystosowana do warunków topienia na koksie krajowym i nie powinna przekraczać wielkości kawałków 25×25 cm w kwadracie przy wysokości ok. 36 mm; byłoby to zbliżone do wielkości kawał-

ków normalnie praktykowanych zagranicą, np. w Szwecji, Anglii i t. p.; ciężar jednego kawałka jest max. ok. 15 kg, 2) surówka nie powinna być odlewana w piasek, lecz tylko w formy metalowe, dla zapewnienia odlewniom materiału pełnowartościowego, bez konieczności wprowadzenia dodatkowych ilości topnika oraz koksu do jego przetopienia i obawy utrzymania niedostatecznie przegrzanego metalu.

Nakoniec pewne warunki powinny być dotrzymane i przez odlewnie. Warunkiem podstawowym powinno być posiadanie takiej instalacji zasilającej powietrzem żeliwiak, aby ilość doprowadzanego do pieca powietrza nie była mniejszą od $150 \text{ m}^3/\text{min}$ i m^2 przekroju żeliwiaka. Ponadto pożądane mogłoby być posiadanie przy piecu instalacji rejestrującej automatycznie zawartość CO_2 w gazach spalinowych i, наконец, przestrzeżenie, aby kawałki złomu, pobieranego do przetapiania, były wielkości odpowiedniej i nie odbiegały od wielkości podanych wyżej dla surówki. Ładowanie koksu wypełniającego (kotlinowego), powinno odbywać się z zachowaniem pewnej ostrożności, aby koks, spadając do kotliny ze znacznej wysokości, nie ulegał niepotrzebnemu i przedczesnemu rozkruszaniu się. Następne ładunki mogą odbywać się normalnie.

Spełnienie wszystkich powyższych warunków jednocześnie, powinno, moim zdaniem, całkowicie gwarantować powodzenie pracy na koksie krajowym, a ponieważ, doniosłość takiej możliwości jest niewątpliwie doceniana przez wszystkich, zarówno z punktu gospodarczego, jak i ogólnego, trzeba mieć nadzieję, że koksownie i huty znajdą wspólny język z odlewniami i umożliwią przez to częściowe rozwiązanie zagadnienia kokсового, które niewątpliwie w stosunku do odlewni stracić powinno na ostrości.

Na zakończenie poczytuję za miły obowiązek podziękować pp. *W. Pankracowi* i *R. Sypniewskiemu* za wybitną pomoc przy prowadzeniu doświadczalnej części pracy, dotyczącej przetapiania w żeliwiakach.

RÉSUMÉ.

A l'occasion de l'étude théorique au sujet de: „La plus avantageuse hauteur de la couche du coke pendant la combustion” élaboré par Mr. l'Ing. *M. Czyżewski* et publié récemment, des recherches pratiques ont été entreprises par l'auteur afin de confirmer cette théorie avec l'expérience en fonderie en appliquant un coke du pays de qualité plus mauvaise que le coke Tchécho-Slovaque — employé particulièrement dans les Fonderies Polonaises.

Les résultats de l'investigation du coke et les fusions expérimentales sont indiqués dans les tableaux 1—4 et montrent que les essais confirment la théorie et surtout, que le coke du pays peut remplacer le coke Tchécho-Slovaque, actuellement utilisé pour la fusion au cubilot.

Cette fusion cependant est possible seulement en appliquant un réglage spécial et un changement des conditions de certaines mesures, qui permettent d'obtenir un métal surchauffé vers 1400°C . et convenable pour la coulée de pièces d'automobiles, motocyclettes etc.

Inż. F. HUDSON

620.191.2:669.13

Korozja odlewów żeliwnych

„Marnotrawstwo metali wskutek korozji stało się doniosłym zagadnieniem technicznym. Poza marnowaniem życia ludzkiego niema prawdopodobnie ważniejszego dla ogółu źródła marnotrawstwa”.
(Speller¹).

Powyższy wstęp do znakomitej książki Dr. Spellera „Korozja, jej przyczyny i zapobieganie”, doskonale wyraża dzisiejszą sytuację w stosunku do strat, spowodowanych przez korozję żelaza i stali. W r. 1922 R. A. Hadfield²) ocenił roczną stratę wskutek korozji na całym świecie na sumę ponad £ 700 000 000. Te ogromne straty dostarczały niewątpliwie w ciągu ostatnich 14 lat dużo materiału do rozmyślań metalurgom i inżynierom, dużo też pracy poświęcono na zwalczanie korozji w drodze badań i techniki zapobiegawczej.

W pracy tej odlewnik odegrał poważną rolę, w przyszłości zaś, wraz z postępem techniki, może odegrać jeszcze większą rolę. W ostatnich kilku latach, jeśli chodzi o żelazo lub stal, więcej zabezpieczano się przed zniszczeniem, powodowanym korozją, przez użycie ulepszonych powłok ochronnych różnych rodzajów, łącznie z usuwaniem przyczyn korozji, jak np. odtlenianiem i zabezpieczaniem od gwałtownego przypływu wody, niż przez szukanie rozwiązań o charakterze ściśle metalurgicznym. Przy wypowiedzaniu tego twierdzenia autor nie ma jednakże zamiaru pomniejszać pracy naszych metalurgów ani lekceważyć wartości metali odpornych na korozję, metali sporządzanych od czasu wynalezienia przez H. Brearly'ego stali nierdzewiejącej w 1913 r. Logiczny sąd musi jednak przyznać tym nowym metalom miejsce drugorzędne, ponieważ są one kosztowne, a zatem mogą być stosowane w szerszym zakresie do budowy większych konstrukcyj technicznych tylko wtedy, gdy cena ma mniejsze znaczenie.

Ponadto zagadnieniu korozji poświęci się prawdopodobnie w przyszłości większą uwagę w związku ze zużyciem mechanicznym. Stowarzyszenie Inżynierów Samochodowych (The Institute of Automobile Engineers) zbadało już to zjawisko w stosunku do silnika spalinowego i sprawozdanie ich wyraźnie podkreśla, że zużycie jest w dużym stopniu spowodowane korozją.

Jest więc oczywiste, że korozja ma określony stosunek do produkcji odlewów żeliwnych, ponieważ odlewnik: 1) winien produkować względnie tani odlew, któremu można nadać dostateczny stopień odporności na korozję przez zastosowanie powłoki ochronnej, 2) dostarczać odlewy ze stopu żelaza, posiadającego dzięki odpowiedniemu składowi potrzebną odporność na korozję.

W niniejszym artykule omówimy w sposób praktyczny najbardziej istotne zagadnienia, mające związek z powyższymi, w zakresie dotyczącym odlewnika.

Czynniki związane z produkcją odlewów żeliwnych, mających następnie otrzymać powłokę ochronną.

Prawdopodobnie większa część odlewów żeliwnych otrzymuje ochronną powłokę celem zabezpieczenia ich przed korozją. Rodzaj powłoki zmienia się poczynając od mieszanin smoły lub bituminy, stosowanych w szerokim zakresie do takich odlewów jak rury wodne, kłapy i t. p., przeznaczonych do pracy w ziemi, aż do różnych farb. Jeżeli pragniemy uzyskać maksymalną odporność na korozję, należy pamiętać o pewnych zależnościach między odlewami i zastosowaną powłoką.

Przedewszystkiem nie docenia się, że naskórek powierzchniowy na wszystkich odlewach żeliwnych ma zwykle większą odporność na korozję, dzięki swej powłoce z tlenku żelaza, niż znajdująca się pod nim metal. Powłoka ta służy w pewnej mierze jako naturalna ochrona i powiększa odporny „efekt naskórka”, często dający się zauważyć przy studjowaniu skutków korozji na odlewach żeliwnych. Możliwe także, że bezpośrednio pod tym naskórkiem z tlenku istnieje nadzwyczaj cienka warstwa metalu, mająca większą odporność na korozję, niż metal w innych częściach odlewu. Zatem celem uzyskania maksymalnej odporności na korozję jest rzeczą bardzo ważną zabezpieczyć w możliwie wysokim stopniu ciągłość tego naskórka powierzchniowego. Twierdzenie to uwidoczni niecelowość stosowanego w niektórych odlewniach szlifowania bez widocznej potrzeby, powierzchni dużych odlewów. Nawet w wypadku zanurzania odlewów w smole naturalny naskórek ochronny tworzy doskonały podkład do powiększenia i dalszego polepszenia odporności na korozję. Badania w tym kierunku bardzo się opłaca, ponieważ należy przypuszczać, że odpowiednie obrobienie powierzchni formy umożliwi produkcję odlewu, posiadającego bardziej trwały ochronny naskórek, odporny na korozję bez zastosowania środków zewnętrznych.

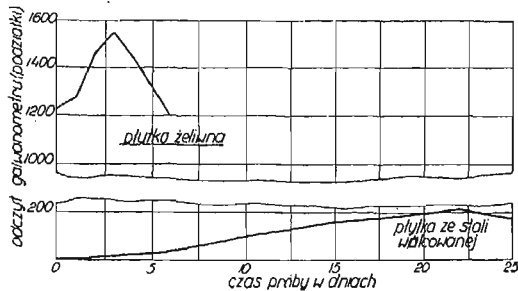
Równie ważną sprawą jest wykończenie powierzchni. Podczas badań, przeprowadzonych niedawno przez autora, nad ochroną żelaza i stali za pomocą różnych powłok z farby, stwierdzono w ogólności, że wszystkie rodzaje farby dawały większy stopień ochrony walcowanej stali, niż żeliwu. Stosowana do tych prób metoda jest znana jako próba galwaniczna³). Zabieg wstępny polega na pokryciu płytki określonej powierzchni, stalowej lub żeliwnej, farbą, która ma być zbadana. Po wyschnięciu płytki jest zanurzana do specjalnego roztworu pomiędzy dwie grafitowe elektrody, tej samej powierzchni, co i badane próbki. Niewielki prąd elektryczny, wytworzony przez to ogniwo, mierzony jest za pomocą czułego galwanometru, przyczem pierwszy odczyt jest dokonywany po upływie ½ godz. przy otwartym obwodzie, następne zaś w okresach 24 godzin. W tym czasie grafi-

¹) Referat wymienny Stowarzyszenia Odlewników Angielskich (The Institute of British Foundrymen).

towa płytka i badana próbka znajdują się w obwodzie zamkniętym lub krótkozwartym. Próba jest przerywana, gdy:

- ukaze się jakikolwiek znak rdzy,
- w przepływie prądu zajdzie jakakolwiek raptowna zmiana.

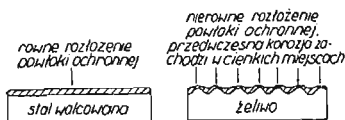
Próbki metalowe, pobrane do prób, mają wymiary $8'' \times 10'' \times 3/8''$ i są całkowicie zanurzone, celem ujednostajnienia w możliwie dużym stopniu warunków próby.



Rys. 1.

Wpływ wykończenia powierzchni na korozję żeliwa i stali walcowanej. Probki pokryte smołą i zanurzone w świeżej wodzie.

Rys. 1 obrazuje wyniki, osiągnięte tą metodą na próbkach żeliwnych i z walcowanej stali, ochronionych przez zanurzenie w rozpuszczonej smołe. Należy zauważyć, że prąd, wytworzony przez płytkę żeliwną, osiągnął maximum po 3 dniach w porównaniu do 22 dni dla stali walcowanej, wielkość zaś wytworzonego prądu była przeszło 7 razy większa. Liczby te jasno wskazują, że chroniona płytka żeliwna zaczęła korodować wcześniej i w znacznie większym stopniu, niż próbki ze stali. Przyczyną tego jest wykończenie powierzchni próbek. Półka ze stali miała stosunkowo równą powierzchnię i ochronna powłoka ze smoły i t. p. miała jednakową grubość na całej próbce. W próbce żeliwnej, nawet w odlewach, które mogą być zaklasyfikowane do kategorii odlewów o dobrym wykończeniu handlowym, powierzchnia nie jest gładka i to właśnie powoduje nierównomierne rozłożenie powłoki ochronnej, powodujące przedwczesną korozję w cieniutkich miejscach, jak podano na rys. 2.



Rys. 2.

Wpływ wykończenia odlewu na rozłożenie powłoki ochronnej.

Z próby tej wynika oczywisty wniosek, że im lepsze jest wykończenie powierzchni odlewów żeliwnych, które mają następnie otrzymać powłokę ochronną, tem większa jest ich odporność na zaatakowanie przez korozję. Są inne bardziej oczywiste czynniki, które przy rozpatrywaniu korozji odlewów żeliwnych należy zaliczyć do podobnej kategorii jak powyższe, np. obecność wad, gęstość i t. d. Brak miejsca nie pozwala jednak na rozpatrzenie ich w niniejszym referacie, stwierdzimy tylko, że wszystkie odlewy, od których wymaga się odporności na korozję, powinny być możliwie zdrowe i czyste. Korozja przejawia tendencję do przenikania wzdłuż pęknięć, porowatość zaś i zanieczyszczenia niemetaliczne ułatwiają zaatakowanie.

Korozja żeliwa i wpływ dodatków stopowych.

Rodzaje zaatakowania.

Mechanizm korozji w żelwie jest zagadnieniem, które nawet dzisiaj znane jest stosunkowo mało. Żelwo handlowe wykazuje dużą zmienność pod względem odporności na korozję. Czasami trwałość jego jest zdumiewająco długa, w innych zaś wypadkach jest wręcz przeciwnie. We Francji znaleziono kilka instalacji rur żeliwnych w dobrym stanie po 160 latach pracy¹⁾. W 1933 r. autor badał wycinek rury żeliwnej, wykopanej na stacji pomp w St. Germans King's Lynn w Anglii, o której wiadomo, że była w pracy przez 80 lat. Analiza tej rury wykazała następujący skład:

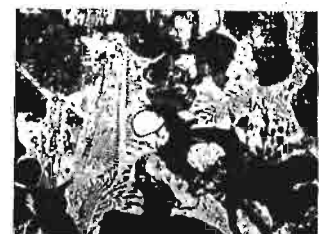
Węgiel całkowity	3,30 %
Węgiel związany	0,50 „
Grafit	2,80 „
Krzem	1,73 „
Mangan	0,30 „
Fosfor	1,45 „
Siarka	0,04 „
Nikiel	ślady
Chrom	ślady

Poddany badaniu wycinek nie wykazał śladów korozji i miał wytrzymałość na rozerwanie 15,7 kg/mm² przy twardości zmieniającej się w granicach 163—179° *Brinella*. Mikrofotografia 3 obrazuje strukturę po wypolerowaniu szlifu (100 X). Można zauważyć, że grafit istnieje w kształcie dużych ciągłych płatów. Mikrofotografia 4 podaje struktu-



Rys. 3.

Próbka polerowana.



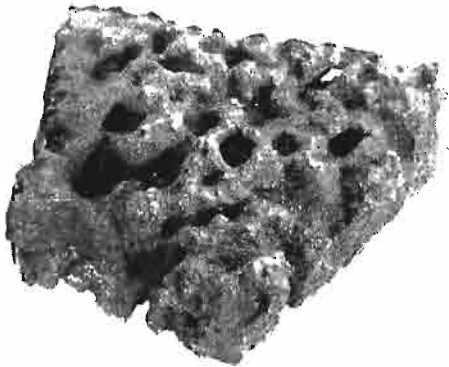
Rys. 4.

Próbka wytrawiona.

rę po wytrawieniu. Interesująca jest wyrazistość pasemkowej budowy perlitu przy małym powiększeniu, czynnik nie otrzymywany zazwyczaj obecnie w żelwie szarem. Przykład ten wskazuje, że odlew żeliwny, który dzisiaj może być uważany tylko jako przeciętnej jakości, przeciwstawił się jednak wpływom korozji w ciągu 80 lat, bez poważniejszego uszkodzenia.

Zdarzały się jednak inne wypadki, gdy żelwo zaawiodło po kilku zaledwie miesiącach wystawienia na działanie korozji. Znane są narzekania inżynierów na przedwczesne uszkodzenia rur wskutek tworzenia się dziur. Według tych opinii uszkodzenia powstają dzięki istnieniu miejsc wadliwych, wypełnionych cementytem. W istocie zjawisko to jest spowodowane wyłącznie lokalnym zaatakowaniem przez korozję, wzmoczoną przez otoczenie. Gdy korozja żeliwa zachodzi raptownie, uszkodzenia przybierają zwykle jedną z dwóch postaci: wyżarcie punktowe (pitting), które w następstwie rozwijać się może w dziury, lub zmiękczenie grafitowe (graphiticsofte-

ning). Zwykle tylko pewne części odlewów są dotknięte korozją i to właśnie jest niewątpliwie podstawą opinii inżynierów, że przyczyna leży w wadach odlewniczych. Rys. 5 ilustruje typowy przykład „wyżarcia punktowego” w kawałku szarego żeliwa, pracującego w kontakcie z wodą. Tylko część odlewu skorodowała w ten sposób i zlokalizowane wyżarcie jest całkowicie spowodowane burzliwością wody i wynikającą stąd zmienną zawar-



Rys. 5.
Typowy przykład korozji szarego żeliwa.

tością w wodzie tlenu na różnych częściach odlewu. Ten rodzaj korozji jest typowym procesem elektrochemicznym, spowodowanym t. zw. działaniem anodowym. Na rys. 6 jest podany przykład drugiego rodzaju korozji, gdzie szare żeliwo uległo w pewnych warunkach „zmiękczeniu grafitowemu”. Odlewem tym jest tłok pewnego urządzenia hydraulicznego, który został zwrócony jako wadliwy po kilku miesiącach pracy. Jedna połowa tłoka była w stanie zadowalającym, druga zaś dotkliwie skorodo-



Rys. 6.
Typowy przykład t. zw. zwiększenia grafitowego. Próbką z prawej strony jest skorodowana i można ją krajać nożem.

wała i mogła być zupełnie łatwo krajana nożem. Analiza naruszanej i nienaruszanej powierzchni dała następujące wyniki:

Skład chemiczny	Powierzchnia nienaruszona	Powierzchnia skorodowana
Węgiel całkowity	3,46 %	16,63 %
Grafit	2,72 ..	13,25 ..
Krzem	1,87 ..	2,82 ..
Mangan	1,03 ..	2,52 ..
Fosfor	0,19 ..	0,75 ..
Siarka	0,065 ..	0,12 ..
Reszta	żelazo	żelazo i rdza

Mikrofotografia rys. 7 w powiększeniu 40-krotnym podaje przekrój skorodowanej powierzchni. Oczywiście korozja spowodowała usunięcie żelaza i następane utworzenie się warstwy grafitu. Można

także zaobserwować, że zaatakowanie, w tym przykładzie, przeniknęło do metalu wzdłuż płatów grafitu. Zjawisko jest znowu procesem elektrochemicznym i bardzo często jest wywoływane przez elektryczne prądy błądzące. „Zgrafityzowane” żelazo zatrzymuje swoją oryginalną formę i o ile pozostaje nienaruszone, jest zupełnie wystarczająco mocne dla przeprowadzenia wody pod niskim ciśnieniem, ulega jednak łatwo uszkodzeniu przy uderzeniu.

Działanie wody morskiej wpływa z czasem na żeliwo w tenże sposób i znamy ciekawe przykłady w związku z tą postacią korozji. W 1886 r. zostały zdjęte armaty z „Mary Rose”, angielskiego okrętu wojennego, zatopionego przez Francuzów w 1847 r. i znalezione w pobliżu Portsmouth. Działa te wykonane były z kutych sztab żelaznych, ściśniętych pierścieniami z tego samego materiału, i były wszystkie naładowane kulami armatnimi z szarego żeliwa. Armaty pozostały niezgrafityzowane, lecz kule żeliwne, które powinny były ważyć 13,6 i 31,8 kg, ważyły odpowiednio tylko 8,6 i 18,2 kg. Wygląd ich bezpośrednio po wyjęciu z morza był taki sam, jak normalnej kuli. Robiły się one jednak stopniowo gorące i rozpadały się na kawałki po wystawieniu na powietrze.

Poza korozją żeliwa przez „wyżarcie punktowe” i przez „zmiękczenie grafitowe” jedyną inną formą zaatakowania, najbardziej pospolitą, jest podatność metalów żelaznych do tworzenia rdzy. Może się ona wydawać zbyt oczywistą rzeczą, aby o niej mówić. Warto jednak skierować myśl w tym kierunku, gdy się uwzględni, że rdza jest przyczyną uszkodzeń tak ważnych odlewów, jak cylindry i t. d. i innych części urządzeń, napędzanych przez silniki spalinowe, parowe lub wodne. We wszystkich tych przykładach produkty korozji tworzą się w czasie pracy i badania jasno wskazują, że wyeliminowanie zużycia uzyska się raczej drogą przestudjowania odporności na korozję użytych metali, niż przez zwiększenie ich twardości.

Mechanizm korozji.

Podane wyżej uwagi będą niewątpliwie wystarczające, aby dać odlewnikowi pewien pogląd, w jaki sposób przedmioty żeliwne ulegają zaatakowaniu przez korozję. Obecnie powstaje zagadnienie, jak ulepszyć żeliwo, aby zapewnić jego większą pod tym względem odporność. Otóż przede wszystkim należy zrozumieć, że gdy pewien metal jest poddany wpływom korozji, powierzchnia jego ulega zmianie i charakter tej zmiany jest bezpośrednio związany zarówno ze składem metalu, jak i niszczącym wpływem korozji. O ile np. wystawimy żeliwo na działanie korozji atmosferycznej i na korozję przez całko-



Rys. 7. Przekrój skorodowanej próbki z rys. 6.

wite zanurzenie w wodzie, otrzymamy zupełnie różne wyniki. Powietrze zawiera objętościowo 21% tlenu, woda zaś z reguły nie będzie zawierała więcej, niż 1%. Następnie różni się także powłoka rdzy, wytworzonej przez te różne sposoby zaatakowania. Gdy żeliwo koroduje w powietrzu, utworzona rdza składa się głównie z wodorotlenku żelaza, gdy zaś rdza powstaje pod wodą, produkty korozji zawierają często duży odsetek żelaza w stanie wolnym. Ostatni rodzaj rdzy daje zwykle bardzo luźną i źle przylegającą powłokę, która nie będzie odgrywała roli powłoki ochronnej dla znajdującego się pod nią metalu. Powłoka zaś rdzy, utworzonej przez korozję atmosferyczną, przylega znacznie lepiej i może w pewnych wypadkach faktycznie pomóc do ochrony znajdującego się pod nią metalu.

W 1908 r. Dr. *Speller*, badając pewne stare metale, które pozostawały w kanale Panamskim od 1888 r., znalazł wiele przykładów, gdy rura wcale niechroniona zapomocą sztucznej powłoki była w znakomitym stanie, otrzymawszy oczywiście naturalną powłokę z tlenku żelaza. Tlenek ten wytworzył się, przypuszczalnie, w czasie gorącego suchego sezonu. Próbki rury po zdjęciu tej naturalnej powłoki zardzewiały dotkliwie w ciągu kilku miesięcy.

Te same reakcje zostały wykorzystane w procesie *Bower-Barff'a* podczas nadawania powłoki ochronnej przedmiotom żelaznym i stalowym.

Dodanie pewnych stopów do metali żelaznych powoduje zmianę własności wytworzonej powłoki ochronnej. Naprzykład obecność małej ilości miedzi daje lepiej przylegającą, gęstszą i gładszą powłokę rdzy podczas działania korozji atmosferycznej, czego wynikiem jest mniejsze uszkodzenie przedmiotu. Dla pracy w wodzie lub w ziemi efekt miedzi jest jednak o wiele skromniejszy i dodatek ten ma bardzo wątpliwą wartość. Z drugiej strony działanie chromu polega na wytworzeniu warstwy tlenku o znacznie większej trwałości, w następstwie czego otrzymuje się ochronę przed korozją w szerszym zakresie. Dodanie niklu, podobnie jak chromu, powoduje wytworzenie się jeszcze bardziej odpornej powłoki. Należy więc zwrócić uwagę, że produkt korozji, czyli powłoka, wytworzona pierwotnie, ma ważny wpływ na następne działanie korozji i, jak uprzednio nadmieniono, własności powłoki zależą od reakcji między metalem a ośrodkiem korozyjnym. Ze względu na dużą zmienność składu metali, używanych dziś w przemyśle, i dużą ilość ośrodków korozyjnych wybranie odpowiedniego materiału wymaga długich i cierpliwych badań. Co do ogólnego mechanizmu korozji, można obecnie założyć, że zasadniczo we wszystkich wypadkach korozji w zwykłych temperaturach siła motoryczna reakcji korozji między metalem i otoczeniem jest natury elektro-chemicznej. Krótko mówiąc, czynniki, które wymagają rozpatrzenia w związku z korozją metalu, można podzielić jak następuje:

1. Czynniki związane głównie z metalem:

- Efektowny potencjał elektrodowy metalu w roztworze.
- Napięcie wodoru względem metalu.
- Chemiczna i fizyczna jednorodność powierzchni metalu.
- Wrodzona zdolność wytwarzania powłoki ochronnej.

2. Czynniki zmieniające się głównie z otoczeniem:

- Koncentracja jonu wodoru w roztworze (w jednostkach PH).
- Wpływ tlenu, przyległego do metalu.
- Charakter i koncentracja innych materiałów, przyległych do metalu.
- Szybkość przepływu roztworu, stykającego się z metalem.
- Zdolność otoczenia do wytwarzania ochronnego osadu lub powłoki na metalu.
- Temperatura.
- Naprężenia okresowe (zmęczenie korozyjne).
- Styk między różnymi metalami lub innymi materiałami, powodujący lokalną korozję.

Wszystkie podane czynniki są bardzo dokładnie studjowane w laboratorjach zakładów mechanicznych i w uniwersytetach angielskich. Zostały one tutaj przytoczone tylko celem podkreślenia, jak mało miarodajne są wszelkie przypuszczenia, dotyczące zagadnień, związanych z korozją. Z punktu widzenia odlewników szczególnie ciekawe są punkty 1 c i 1 d.

Chemiczna i fizyczna jednorodność powierzchni metalu.

Na początku tego artykułu uczyniono wzmiankę bardziej praktycznego znaczenia, dotyczącą produkcji odlewów z szarego żeliwa, odpornego na korozję. Co można powiedzieć o stronie metalurgicznej? Białe żeliwo w ogólności opiera się korozji lepiej niż szare, żeliwo zaś ciągliwe (kowlane) nie podlega korozji grafitycznej. Stąd mógłby ktoś pomyśleć, że charakter rozłożenia grafitu ma duże znaczenie. *Speller*¹⁾ stwierdza: „W szarem żeliwie grafit i cementyt (Fe₃C) tworzą katody małych ogniw elektrolitycznych, anody zaś tworzą kryształy ferrytu; przy zanurzeniu do słonej wody lub zakopaniu w ziemi takie żeliwo może ulec „grafityzacji”. Obecność cementytu w szarem żeliwie udziela ferrytowi pewnej mechanicznej ochrony przeciwko korozji grafitycznej, ponieważ cementyt nie rozpuszcza się łatwo. Wykazuje on również o wiele mniejszą różnicę potencjału względem ferrytu niż grafit” (hipoteza ta nie jest w zupełności poparta w praktyce).

W ogólności zwykłe szare żeliwo ma w ziemi znaczny stopień wytrzymałości na korozję, tak, jak to wykazano na przykładzie 80-letniej rury wodnej. Ponadto nie można twierdzić napewno, że miękka stal ma większą odporność na korozję, niż szare żeliwo. Wobec tych faktów bardzo trudno w istocie dopatrzeć się ważności rozkładu grafitu. W ciągu ostatnich kilku lat autor przeprowadził dużą ilość prób korozji i często miał sposobność badać skorodowane przedmioty żeliwne. Po zestawieniu otrzymanych wyników niemożliwe było wyciągnięcie jakiegokolwiek praktycznego wniosku, któryby określał w jakikolwiek sposób wpływ grafitu na stopień działania korozji. Faktycznie wydaje się, że w zakresie handlowych odlewów z szarego żeliwa, obecnie produkowanych, wielkość i rozkład grafitu nie odgrywa zasadniczej roli w odniesieniu do praktycznego zagadnienia korozji. Badanie laboratoryjne może odkryć pewien słaby wpływ grafitu na korozję, lecz w większości wypadków jest on tak nieznaczący, że w praktyce odgrywa małą rolę. Obecność grafitu może z pewnością przyspieszyć korozję szarego że-

liwa w pewnych warunkach pracy. Zmiana jednak wielkości i rozłożenia grafitu nie opanuje prawdopodobnie w poważnym stopniu zjawiska korozji. Zmienność składu szarego żeliwa (węgiel, krzem, mangan, fosfor i siarka) w granicach, przyjętych dzisiaj dla żeliwa handlowego, także nie wywrze wyraźniejszego wpływu na przebieg korozji. Można stworzenia materiału odpornego na korozję zdecydowanie leży w dziedzinie badań nad wartością ochronnych powłok i dodatków stopowych.

Ochronne powłoki i dodatki stopowe.

Oba te czynniki są ściśle związane ze sobą. Każdy odlewnik jest doskonale obeznany z używaniem powłok ochronnych takich, jak farba, smoła lub mieszaniny smołowe, służące do powlekania odlewów z szarego żeliwa, celem uzyskania większej odporności na korozję.



Rys. 8. Próbka polerowana.

Wspomniano również o naturalnym naskórku z tlenku żelaza, pospolitym dla wszystkich takich odlewów żeliwnych. O ile uważnie zbadać powierzchnię odlewu z szarego żeliwa można zauważyć, że bezpośrednio pod naskórkiem tlenku istnieje, w większości wypadków, wąska warstwa metalu, nie zawierająca wcale płatów wolnego grafitu, jak wskazuje mikrofotografia rys. 8. Przekrój ten był wzięty z kołnierza rury wodnej grubości 1", odlanej w świeżym piasku i mającej następujący skład.

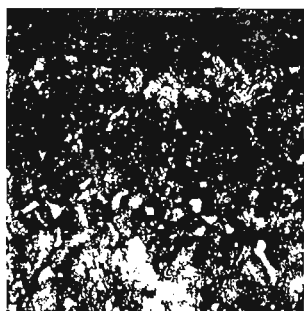
Węgiel całkowity	3,47 %
Grafit	2,87 „
Węgiel związany	0,60 „
Krzem	1,92 „
Mangan	0,78 „
Fosfor	0,26 „
Siarka	0,098 „

ronna. Tak się dzieje w pewnej mierze w niektórych ośrodkach korozyjnych, takich jak woda; stwierdzono jednak, że w wielu wypadkach efekt nie jest jednostajny na całym odlewie, co obniża jego wartość. Obecność tej warstwy była dawniej przecoczona przez większość badaczy, skutkiem czego nie zwrócono na nią uwagi. Mikrofotografia rys. 9 obrazuje powierzchnię po wytrawieniu kwasem pikrynowym. Można zauważyć, że warstwa nie zawierająca grafitu została zaatakowana przez kwasy w tym samym stopniu, co i leżący pod nią metal. Wskazuje to w sposób ogólny, że w wypadku ostrego przebiegu korozji niema między nimi wielkiej różnicy odporności. Obecność jednak tej warstwy powierzchniowej ma wybitne znaczenie, ponieważ prawdopodobnie przez dodanie pewnych metali lub stopów, bądź na powierzchni formy, bądź też do samego żeliwa, można będzie uzyskać jednostajną powłokę, mającą wysoką odporność na działania korozji. Badania autora w tym kierunku są jeszcze zbyt niekompletne, aby je opublikować; niema jednak żadnych wątpliwości, co do możliwości w tym kierunku.

Mikrofotografie rys. 10 i 11 podają strukturę powierzchni odlewu z żeliwa austenitycznego, mającego następujący skład:

Węgiel całkowity	2,74 %
Grafit	2,32 „
Węgiel związany	0,42 „
Krzem	1,55 „
Mangan	1,35 „
Fosfor	0,13 „
Siarka	0,049 „
Nikiel	16,82 „
Miedź	7,93 „
Chrom	0,66 „

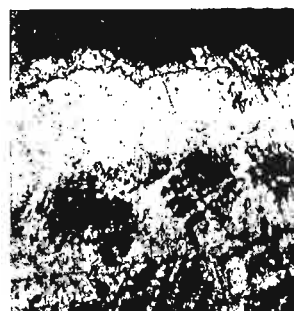
Dodatki stopowe spowodowały wzrost grubości warstwy nie zawierającej grafitu do 0,004—0,005" i podniosły jednostajność powłoki na powierzchni odlewu. Ponadto, po wytrawieniu wyraźnie widać, że odporność na korozję tej warstwy powierzchniowej jest wybitnie wyższa, niż znajdującego się pod nią metalu.



Rys. 9. Próbka wytrawiona.



Rys. 10. Próbka polerowana.



Rys. 11. Próbka wytrawiona.

Grubość warstwy, nie zawierającej grafitu, wynosi około 0,003". Powinna ona teoretycznie, łącznie z naturalną powłoką tlenku, mieć wyższy stopień odporności na korozję, niż znajdujący się pod nią metal, i powinna zachowywać się jak powłoka och-

ronna. Badanie może zapewne wykazać, że małe dodatki stopowe do żelaza mają własność utrwalania w znacznym stopniu tej warstwy powierzchniowej. Warto to zapamiętać, ponieważ w tym kierunku pójdzie zapewne w przyszłości produkcja stosunkowo

laniego szarego żeliwa, odpornego na korozję. Oczywiście słabą stroną tego twierdzenia jest niemożność ochrony obrabianej powierzchni, lecz w wielu wypadkach, takich jak rury i klapy, obrobiona powierzchnia nie styka się z ośrodkiem korozyjnym. W tych wypadkach, gdzie obrobiona powierzchnia musi być zabezpieczona od korozji, należy uciec się do żeliwa austenitycznego lub zawierającego do 30% chromu.

W ostatnich kilku latach zajęto się badaniem wpływu dodatków stopowych na żeliwo z punktu widzenia odporności na korozję, w wyniku czego opracowano 3 gatunki żeliwa mającego znaczną odporność na korozję. Wykonanie żeliwa, zawierającego krzem w granicach 11—17% jest prawdopodobnie pierwszą i najstarszą metodą, skuteczną w produkcji. Słabą jednak stroną odlewów, wykonanych w ten sposób, jest ich kruchość i twardość, co stało się przeszkodzie szerszemu zastosowaniu. Następnie wymienimy żeliwo austenityczne, którego zastosowanie obecnie szybko się rozszerza. Ostatnim zaś jest najnowszy wynalazek — żeliwo zawierające 30% chromu. Te trzy materiały okazały się doskonałe w wielu wypadkach i były dokładnie opisane w prasie technicznej. Są one jednak cokolwiek kosztowne, wskutek dużego procentu stopów, które zawierają, a także wskutek poważnych trudności w produkcji.

Powyższe spowodowało rozpoczęcie badań nad wynalezieniem tańszych stopów, lecz dotychczas nie wykonano jeszcze nic, co możnaby porównać z wymienionymi materiałami. Powodzenie w tym kierunku możnaby ostatecznie uzyskać przez zbadanie stopów żelazo-węgiel, zawierających 1,0—2,5% węgla.

Na metale żelazne o zawartości węgla w tych granicach zwrócono zadziwiająco mało uwagi, one zaś niewątpliwie kryją jeszcze przyszłe możliwości.

Streszczenie.

Szare żeliwo ulega pewnym rodzajom korozji, podano typowe przykłady praktyczne. W większości wypadków atakowanie nie jest związane z metodami produkcji i zależy od warunków pracy. Odlewnik może pomóc w pewnym stopniu w walce ze stratami, czynionymi przez korozję, przez zwrócenie uwagi na wykończenie odlewu, przez zachowywanie nieuszkodzonego naskórka powierzchniowego odlewu i przez dążenie do produkcji odlewów bez wad. Modyfikacja normalnego składu szarego żeliwa nie powinna mieć większego wpływu na odporność i w chwili obecnej jedynym pozytywnym sposobem zmniejszenia działania korozji jest stosowanie stopów żeliwa, odpornych na korozję. Są one zbyt kosztowne dla wielu zastosowań i bardziej ekonomiczne rozwiązanie może być uzyskane przez zbadanie czynników, związanych z wykonaniem naskórka, odpornego na korozję, oraz wpływu dodatków stopowych na stopy żelazo-węgiel o zawartości 1,0—2,5% węgla.

L I T E R A T U R A.

1. Dr. F. N. Speller, „Korozja, jej przyczyny i zapobieganie“.
2. R. A. Hadfield, Proc. Inst. Civil Engineers, str. 121, 1921 — 22.
3. W. P. Digby i J. W. Petterson, The Engineer, czerwiec, 8 i 15 (1934 r.).
4. J. N. Friend, Iron & Steel Inst. Carnegie, Schol. Mem. str. 81, 1922 r.

Inż. S. KWIATKOWSKI

697 . 356 . 00 . 22 . 621 . 74

Masowa produkcja odlewów do centralnego ogrzewania

Z pośród wielu gatunków odlewów do centralnego ogrzewania, pierwsze miejsce w produkcji zajmują grzejniki i kotły członowe. Centralnego ogrzewania obecnie nie urządza się jedynie w dużych gmachach o charakterze publicznym, lecz buduje się także dla pojedynczych mieszkań, począwszy od trzech pokojów, t. zw. ogrzewanie mieszkaniowe.

Wzrost zapotrzebowania grzejników będzie postępował dalej, o ile oczywiście ruch budowlany będzie się rozwijał normalnie. Chcąc obniżyć ogólny koszt instalacji ogrzewniczej, należy dążyć do obniżenia kosztów produkcji tych odlewów, a tem samem przyczynić się do najszerszego i wydatnego stosowania.

Po krótkim wstępie przechodzę do omówienia właściwego tematu i bliżej podam metodę produkcji grzejników. Sposób ten jest stosowany w jednej z większych odlewni w kraju, obliczonej na produkcję miesięczną 6 000 m² pow. ogrzewanej grzejni-

ków. Przyglądając się odlewowi grzejnika, widzimy jak bardzo nadaje się do produkcji na taśmie, stosowanej na Zachodzie z wielką korzyścią, jako udoskonalenie masowej produkcji.

Grzejników produkowanych w Polsce jest kilka typów, obecnie jeszcze nie znormalizowanych. Różnią się między sobą kształtem, wysokością i ilością członów. Przeważnie stosuje się grzejniki dwusłupowe i czterosłupowe. Jedna z odlewni krajowych produkuje grzejniki, które podaję w tabeli pierwszej.

Człony łączy się zapomocą złączek (kuto-lanych) w szeregi o dowolnej ilości (ok. 40 niskich i ok. 25 wysokich). Zewnętrzne otwory grzejnika zakręca się korkami. Uszczelnienie styku dwóch członów skutecznia się zapomocą klingerytu, papierowej grubości.

Produkcję grzejników podzielić można na: 1) formowanie; 2) odlewanie; 3) wyrób rdzeni; 4) czyszczenie; 5) obróbkę mechaniczną i montaż. Są to

rzeczy ogólnie znane. Chcąc jednak rozpatrzyć produkcję na taśmie, podaję sposoby dotychczas stosowane.

Ad 1. Formowanie odbywa się przeważnie na maszynach formierskich z płytą modelową jedno lub dwustronną. Maszyna spoczywa na wózku cztero-kołowym, umożliwiającym przesuwanie w kierunku zafu piasku formierskiego. Najczęściej stosowane są maszyny formierskie ręczne, pneumatyczne (L. D. U.), elektryczne (f. Götawerken). Płyty modelowe są wymienne, w zależności od zapotrzebowanych numerów grzejników, zakłada się dany model. Przy formowaniu należy zwracać specjalną uwagę na odpowiednie ustawienie podpórek, lejów, nasypanie masy modelowej i t. d., tak aby po zalaniu, ilość braków zmniejszyć do minimum, przewidzianego dla każdego numeru. Zespół ludzi formujących odpowiedni Nr. grzejnika wg. tabeli I, składa

TABELA I

Typ grzejnika	Nr.	Wysokość [bez nóżek] mm	Wysokość między osiami mm	Głębokość mm	Szerokość mm	Ciężar 1 m ² pow. ogrz. kg	[Pow. ogrz. m ²]
Dwustupowe	R 00	450	350	187	76	35	0,18
	R 1	600	500	187	76		0,24
	R 2	760	660	187	76		0,30
	R 3	910	810	187	76		0,37
	R 4	1100	1000	187	76		0,44
Czterosłupowe typ lekkie	R 1	550	475	102	50	28	0,19
	R 2	700	625	102	50		0,24
	R 3	770	695	102	50		0,29
	R 4	850	775	102	50		0,33
Czterosłupowe typ ciężkie	R 0	425	350	200	60	32	0,21
	R 1	575	500	200	60		0,29
	R 2	675	600	200	60		0,34
	R 3	825	650	200	60		0,43
	R 4	975	900	200	60		0,51
R 5	1175	1100	200	60	0,60		

się z trzech do czterech osób. W zależności od maszyny można wyprodukować w ciągu 8 godzin ilości poszczególnych numerów grzejników, które podajemy w tabeli II. Przy wyborze maszyny należy kierować się względami natury technicznej, gospodarczej, konstrukcji i ceny. Forma powinna być ubita niezbyt mocno, ale i nie za słabo. Na każdej maszynie formuje się odpowiednią ilość skrzynek górnych i dolnych i układa się uskokowo na sobie kilka skrzyń, ściągniętych klamrami. Namiar mas formierskich na grzejniki jest różny i jedna z odlewni z pożytkiem stosuje masę modelową o składzie: 29,7% zużytej masy formierskiej, 44,4% mułków z własnych pokładów, 23,7% mułku z m. Bliżyn i 2,2% pyłu węglowego, a na leje daje masę: 54,4% mułku z własnych pokładów, 27,3% mułku m. Bliżyn, 13,6% mułku czerwonego ogniotrwałego i 4,7% pyłu węglowego. Piasek skrzyńniowy jest mieszaniną zużytej ziemi formierskiej, zużytej masy modelowej, oraz dodatku 2% mułku nowego.

TABELA II

Rodzaj maszyny	Nr.	Zadanie dzienne sztuk	Zalano sztuk dobrych	U W A G I
L. D. U.	R 00	48	ok 40	Dwustupowe
Götawerken	R 00	140	„ 130	
„	R 1	140	„ 120	
L. D. U.	R 1	40	„ 35	
Götawerken	R 2	96	„ 87	
„	R 3	84	„ 78	
„	R 4	80	„ 72	
Götawerken	R 1	120	ca 110	Czterosłupowe typ lekkie
„	R 2	88	„ 80	
„	R 3	85	„ 77	
„	R 4	80	„ 73	
Götawerken	R 0	104	ca 96	Czterosłupowe typ ciężkie
L. D. U.	R 0	40	„ 35	
Götawerken	R 2	96	„ 89	
„	R 1	88	„ 80	
„	R 3	80	„ 72	
„	R 4	72	„ 65	
„	R 5	64	„ 58	

Ad 2. Przy zalewaniu form należy uważać na odpowiedni skład chemiczny żądanego żeliwa i temperaturę. Żeliwo musi być gorące, o temperaturze lania 1350° C. Do wsadu daje się ok. 50% surowki fosforowej łącznie z odlewniczą Nr. 1 i ok. 50% złomu (leje z grzejników i braki). Wyniki praktyki dotychczasowej, mianowicie własności wytrzymałościowe, skład chemiczny, próby lejnoci i zahartowania próbki, podane są w tabeli III i IV.

TABELA III

L.P.	Data próby	Skład chemiczny						U w a g i
		C	Mn	P	S	Si	C zw.	
1	13.3	3,58	0,39	0,52	0,090	2,48	0,65	R 4 II stup.
2	„	3,62	0,39	0,60	0,10	2,31	0,72	R 5 IV „
3	27.5	3,40	0,63	0,63	0,074	2,55	0,88	R 1 II „
4	2.6	3,67	0,57	0,58	0,070	2,26	0,64	R 4 II „
5	3.6	3,57	0,62	0,64	0,054	2,15	0,67	R 4 II „
6	„	3,69	0,60	0,64	0,063	2,12	0,70	R 4 II „
7	4.6	3,70	0,70	0,56	0,061	2,20	0,70	R 1 II „
8	„	3,58	0,66	0,50	0,064	2,26	0,72	R 3 II „
9	„	3,62	0,65	0,70	0,060	2,25	0,67	R 4 IV „
10	8.6	3,66	0,70	0,64	0,048	2,21	0,56	R 1 II „
11	„	3,70	0,69	0,62	0,042	2,30	0,54	R 5 IV „
12	„	3,61	0,71	0,64	0,053	2,20	0,60	R 4 II „

Ad 3. Do zaformowania odpowiedniej ilości grzejników potrzebne są rdzenie, wyrabiane w rdzeniarkach dwudzielnych, umieszczonych na stołach. Rdzenie układa się na podkładach i suszy się w suszarni opalanej koksem, w czasie 6-ciu godzin i temperaturze maksymalnej 180° C. Przy wyrobie rdzeni należy uważać na odpowiednio przygo-

TABELA IV

L. p.	Data	Wyniki wytrzymałościowe				Lejność słupków	Hart. próbki mm
		R _g kg/mm ²	R _r kg/mm ²	Twardość Br	Ugięcie mm		
1	2.6	34,85	—	—	3,6	20	1
2	„	35,1	—	—	3,1	20	1
3	3.6	34,8	18,4	160,8	4,3	21	—
4	„	35,3	17,9	160,8	3,9	21	—
5	4.6	35,6	18,2	161,1	3,9	19	2
6	„	32,3	17,9	162,8	3,3	20	1

towny piasek. Podam jeden ze stosowanych namiarów: na 4-słupowe rdzenie daje się 98,5% piasku rzecznoego, 1% oleju lnianego i 0,5% kalafonji. Natomiast na 2-słupowe: 98% piasku rzecznoego, 1,2% oleju i 0,8% kalafonji. Piasek miesza się gruntownie łopatami z olejem i kalafonją, zwilżając w miarę potrzeby wodą, i przesiewa się na sicie mechanicznem dwa razy. Należy również uważać na wypaczenie podkładek, gdyż skrzywione rdzenie nie nadają się do formowania. Jeden robotnik wykona około 80 do 120 rdzeni w ciągu 8 godz., w zależności od ich wysokości.

Ad 4. Po odlaniu, formy rozbija się zapomocą oddzielnej grupy ludzi, która przygotowuje zarazem piasek; odlewy wyjęte ze skrzyń układa się na wózkach i przewozi do oczyszczalni. Czyszczenie grzejników przeprowadza się najpierw z grubsza, obcina się podpinki rdzeniowe i wytrząsa piasek ze środka. Oczyszczenie powierzchni zewnętrznej przeprowadza się na piaskownicy, szwy i ostre krawędzie wygładza się na szlifierkach.

Ad 5. Z oczyszczalni grzejniki przewozi się do próby wodnej (10 do 12 at). Dobre grzejniki idą do warsztatu mechanicznego, gdzie przeprowadza się frezowanie zewnętrznej powierzchni styku, oraz wywiercenie otworów tak zw. niplowych. Stosuje się maszyny wykonywające powyższe czynności równocześnie. Następnie gwintuje się otwory, a potem grzejniki łączy się w szeregi, poddaje się ponownie próbie na ciśnienie pary (ok. 8 at) i przewozi do magazynu. W zależności od zamówienia z magazynu pobiera się odpowiedni numer grzejników, złączonych w piece, oczyszcza się, poddaje znów próbie wodnej (ok. 5 at), zanurza w t. zw. farbie gruntowej i wysyła klientowi.

Opisany sposób produkcji stosowany jest w kraju. Wpaństwach zachodnich, produkcja na taśmie została jeszcze bardziej udoskonalona.

W produkcji płynnej na taśmie zmieniony jest proces formowania, odlewania i suszenia rdzeni. Proces wyrobu rdzeni, czyszczenia, obróbki oraz montażu pozostaje taki sam, jak podałem poprzednio.

Formowanie *) dzieli się na dwie części, górnych i dolnych skrzyń. Odbywa się na ośmiu maszynach formierskich; na każdym stanowisku wykonywa się ściśle określoną czynność, w określonym czasie:

- I stanowisko — kontrola i oczyszczenie modelu,
- II — nałożenie skrzynki formierskiej,
- III — nałożenie podpórki,

- IV — nasypywanie piasku modelowego,
- V — ubicie piasku modelowego,
- VI — nasypywanie piasku skrzyniowego,
- VII — ubicie piasku skrzyniowego,
- VIII — przełożenie skrzynki zaformowanej na taśmę.

Odlewania dzieli się na dwa poziomy i czynności formowania odbywają się tak, że na dolnym mamy operacje: VIII, I, II, III, zaś na górnym: — IV, V, VI, VII. Na dolnym poziomie odbywa się formowanie i układanie rdzeni, na górnym natomiast zasypywanie skrzyń formierskich piaskiem, przez to mamy większą czystość i przejrzystość produkcji. Rozpatrzyliśmy sposób formowania dolnych skrzynek, formowanie górnych odbywa się na drugim zespole maszyn, przesuniętym wzdłuż taśmy o czas potrzebny do napełnienia formy w dolnej skrzynce i ułożenia rdzenia. Do obsługi maszyn potrzebnych jest około 5 formierzy. Na taśmie transportowej odbywa się dalszy proces formowania i odlewania.

Proces odlewania został podzielony na dziesięć czynności:

- 1) wykrojenie formy wlewu,
- 2) poprawienie samej formy,
- 3) posypanie formy proszkiem,
- 4) ułożenie rdzenia w skrzynce dolnej,
- 5) złożenie skrzyń,
- 6) umocowanie skrzyń do wózka,
- 7) odlanie formy,
- 8) ostudzenie odlewu,
- 9) zwolnienie skrzyń od obciążenia,
- 10) rozbicie formy, wyjęcie odlewu i ułożenie na transporterze biegnącym do oczyszczalni. Skrzynka wraca na stanowisko I. Piasek z rozbitych form spada na ruszt, a potem zapomocą ślimacznicy przesuwany jest do oddziału mechanicznej przygotowania piasku. Tempo procesu odlewania musi być zgodne z tempem formowania, dlatego wolny czas wyrównywa się wózkami, na których nie odbywa się żadna czynność.

Rdzenie wyrabia się ręcznie, natomiast suszenie odbywa się wg systemu produkcji masowej. Piec do suszenia składa się z sześciu komór i jednej komory poziomej do chłodzenia. Na łańcuchach bez końca pozawieszane są kosze żelazne do przenoszenia rdzeni w piecu. Łańcuch z koszami przesuwa się wzdłuż pieca z pewną żadaną prędkością. Po wysuszeniu rdzeni przeładowuje się je do skrzyń, które są przewożone do miejsca przeznaczenia. Dalsze operacje są podobne, dlatego ich już nie opisuję.

Streszczenie.

1) Należy dążyć do znormalizowania poszczególnych typów grzejników i ujednostajnienia produkcji.

2) Zapoznanie się z produkcją na taśmie; zastanowienie się, czy w niedalekiej przyszłości, w miarę zwiększonego zapotrzebowania na grzejniki nie dałoby się wprowadzić w kraju powyższego systemu.

*) Iron Age 1928 r., str. 121.

Próby zastąpienia w masach formierskich nawozu końskiego torfem

Jedną z przyczyn braków odlewniczych jest nieodpowiedni materiał formierski. Prace badawcze w różnych państwach europejskich i w St. Zjedn. Am. Płn. doprowadziły do ustalenia własności i roli piasków i mas formierskich, a wreszcie normalizacji tych materiałów. W Polsce badania takie były zapoczątkowane przez Zakład Odlewnictwa Politechniki Warszawskiej i o ile nam wiadomo nadal są prowadzone. W celu zaspokojenia normalnych potrzeb odlewni wprowadzono codzienną kontrolę materiałów formierskich w Laboratorium Fabryki Metalurgicznej P. Z. Inż., oraz prowadzone są badania programowe w celu rozwiązania powstających zagadnień.

Duża różnorodność piasków i mas formierskich jest przyczyną wielu kłopotów i stwarza warunki, które przeszkadzają ujednostajnieniu pracy w odlewni. Na podstawie przeprowadzonych badań, korzystając z materiału, którym dotychczas rozporządzano, ustalono normy odbiorcze piasków formierskich, zapewniając tem samem odlewni dostawę właściwego materiału. Kontrola codzienna wszystkich mas, używanych w odlewni, również pozwoliła stwierdzić, jakie są optymalne charakterystyki przepuszczalności i spoistości mas w zależności od stopnia ich nawilżenia. Na podstawie tych charakterystyk ustalono normy dla poszczególnych mas, w zależności od ich zastosowania, oraz zmniejszono ilość rodzajów tych mas przez usunięcie niewłaściwych lub zbyt cennych.

Z pośród wielu mas używanych w formiarni, czy też rdzeniarni, najwięcej kłopotu sprawiają zwykle masy, w których zastosowano nawóz koński. Duża zawartość wilgoci w nawozie, nierównomierny jej rozkład, trudności magazynowania w dużych ilościach, niewłaściwy transport, niemożność ustalenia jakichkolwiek norm odbiorczych i t. p. były przyczyną poszukiwań w celu zastąpienia nawozu innymi składnikami o podobnych własnościach technologicznych.

Jedną z tych mas, sporządzoną według recepty francuskiej i dlatego zwaną „francuską”, przyjęto za podstawę porównawczą badań. Skład masy oraz jej charakterystyka są następujące:

Materiał	%	h ‰	π cm ³ /cm ³ /min	k_t kg/cm ²
Wiślak średni	30	5,0	34	0,91
Piasek tłusty	40	6,2	35	1,41
Nawóz koński	29	7,0	34	1,54
Koks mielony	1	8,5	28	2,52
		9,4	32	2,66
		10,0	22	2,87

Oznaczenia: h ‰ — procentowa zawartość wilgoci
 π cm³/cm³/min — przepuszczalność wg A.F.A.
 k_t kg/cm² — wytrzymałość na ścinanie próbki o wym. $\varnothing 2 \times 2''$ wg A.F.A.

Przerobu tej masy dokonywano na gniotowniku, mieszarce i przesiewano (przy modelu) przez sito

o oczkach 10 mm. Stosowano ją głównie przy dużych i średnich odlewach, jak np. łoża tokarek, koła zamachowe, bloki cylindrowe. Celowość tego była zupełnie oczywista — osiągnano w ten sposób dobre odpowietrzenie w całej masie, powierzchniowe zwęglenie części formy, będącej bezpośrednio w kontakcie z metalem, a wskutek tego t. zw. odpalenie powierzchni odlewu; cienka warstwa izolacyjna nie dopuszczalna do wżerania się ziarna piasku w odlew i w ten sposób otrzymywano gładką powierzchnię. Przyletem przy dużych rozmiarach form zdołano zmniejszyć wydatnie ciężar całej masy. Jednakże korzyści te były często niepewne. Niejednolity skład nawozu przyczyniał się często do zmiany własności masy, wskutek czego nie można było ustalić norm na wilgotność, przepuszczalność i spoistość. Odsiewano masę tylko przy modelu, zaś masa wypełniająca była tak różnorodna, że tworzyła większe lub mniejsze skupienia, które niejednokrotnie wpływały na całość formy.

Początkowo starano się zastosować — wg wzoru amerykańskiego — obierzyny ziemniaczane i trociny drzewne. Badania w pierwszym wypadku nie dały zupełnie zadowalających wyników. Przewszystkiem obierzyny surowe zawierają około 90% wody, wobec czego należało je suszyć, względnie użyć w stanie naturalnym, co znowu sprawiało trudności przy określaniu wilgotności masy. Próbki z obierzynami lub trocinami wymagały dużej wilgoci, aby były dostatecznie spoiste, z drugiej strony zawartość wilgoci ponad 12% okazała się niewskazana ze względu na obniżenie przepuszczalności. Nadmierna wrażliwość tych mas na najmniejsze wahania wilgoci wpływała na masę w ten sposób, że zbyt suche rozsypywały się, lub ujawniały głębokie rysy, a nawet pękały, a zbyt mokre okazały się niedostatecznie przepuszczalne. Możliwe wyniki z trocinami jedynie osiągnięto dopiero przy zastosowaniu glinki szamotowej w celu wzmocnienia masy, ale zaledwie przy 3—5% trocin. Po ogólnym rozpatrzeniu zagadnienia skłoniliśmy się do przeprowadzenia prób z torfem.

Zanim przystąpię do opisu tych badań podam dla całokształtu krótki opis powstawania torfu oraz jego klasyfikację.

Otóż pokłady torfowisk powstały z materiału roślinnego przy sprzyjających warunkach wilgotności. Przy tych przemianach, które różnią się od butwienia czy gnicia, zachodzi proces wzrastania jednych i zmniejszania się innych pierwiastków. W miarę badania coraz to głębszych, starszych pokładów, znajdujemy więcej azotu i węgla. Skład chemiczny torfu nie jest we wszystkich torfowiskach jednaki, gdyż zależy od składu chemicznego roślin, z których powstał. Powstawanie torfu zachodzi zawsze w obecności stojącej, lub wolno płynącej słodkiej wody, zatem torf powstaje głównie z roślin, lubiących dużo wody lub nawet rozwijających się pod wodą.

TABELA 1.
Zestawienie wyników.

L. p.	Skład masy w %										Własności techniczne			U w a g i
	wiślak drobny	piasek polny	piasek łusty	szamota	glina	tygiel mielony	koks mielony	obierzy-ny ziem-niaczane	trociny drzewne	torf suchy	wilgotność h %	przepuszczalność π cm ³ /cm ² -min	spoiłość k_f kg/cm ²	
1	30	—	40	—	—	—	1	29	—	—	10—11,2	ok. 400	ok. 0,5	rysy głębokie
2	34	—	50	—	—	—	1	15	—	—	11—12,5	170—125	0,6—1,1	„ „
3	40	—	52	—	—	—	3	5	—	—	7—11	55—20	0,5—1,8	„ „
4	55	—	39	—	—	—	1	5	—	—	5,5—11	60—20	1,1—2,1	gwałtowny spadek przep. ze wzrost. wilgotn.
5	38	—	51	—	—	—	1	—	10	—	12,8	160	0,15	próbka rozsyp. się
6	34	—	60	—	—	—	1	—	5	—	7—12,5	85—52	0,14—1,2	„ „ „
7	33	—	48	—	—	—	1	14	4	—	10—13,2	ok. 400	0—0,4	„ „ „
8	39	—	50	—	—	—	3	5	3	—	8—11,2	ok. 115	0,35—0,6	rysy głębokie
9	54	—	38	—	—	—	2	5	1	—	7—10,2	160—98	0,4—1,3	„ „
10	21	—	—	26	9	18	13	—	13	—	12—14	ok. 75	0—0,73	próbka rozsyp. się
11	50	—	—	20	10	5	5	—	10	—	14	ok. 46	1,75	„ „ „
12	—	60	20	13	—	—	2	—	5	—	6,5—12	130—32	0,2—1,6	dobrze
13	20	40	20	13	—	—	2	—	5	—	6,8—11	ok. 75	0,3—1,4	rysy
14	—	60	25	10	—	—	2	—	3	—	5,6—9,8	85—45	0,3—2	dosyć dobrze
15	—	70	12	15	—	—	—	—	3	—	5,8—9,3	150—60	0,15—1,7	przy większej wilg. dobrze
16	60	—	25	10	—	—	2	—	3	—	6,5—9,2	100—45	0,7—2,2	dobrze
17	38	—	51	—	—	—	1	—	—	10	8—11,5	ok. 90	0,3—0,9	„
18	34	—	60	—	—	—	1	—	—	5	8—10,5	65—45	0,8—1,35	„
19	60	—	25	10	—	—	—	—	—	5	7—9	120—80	1,3—1,8	„
20	20	40	20	13	—	—	—	—	—	7	7—9	150—80	0,5—1,6	„
21	—	60	25	5	—	—	—	—	—	10	8—12	90—50	0,4—1,4	„
22	—	70	12	10	—	—	—	—	—	8	8—11,5	ok. 100	ok. 0,8	„
23	—	39	50	—	—	—	1	—	—	10	9,5—11,5	105—65	0,35—1,1	„

W zależności od pochodzenia roślinnego rozróżniamy następujące torfy: torfowcowy, rokitowy, turzycowy, trzciniowy i t. p. Pierwszy z nich zawiera mało popiołu, ma zastosowanie w przemyśle i nadaje się doskonale na opał, pozostałe mają dużo części mineralnych i służą szczególnie rolnictwu.

W zależności od wyglądu torfowisk dzielimy je na nizinne, powstałe w płytkich polodowcowych jeziorach, kotlinach, utworzone ze szczątków roślin wodnych oraz wyżynne, wznoszące się ponad poziom wód gruntowych, głównie jako wynik częściowego rozkładu mchów, niektórych traw, a czasem i wierzby. Zasadniczym warunkiem wzrostu torfowisk jest nadmiar wilgoci i umiarkowana temperatura. Torf świeżo wyjęty z ziemi zawiera do 95% wody, na powietrzu można go wysuszyć tylko do 25% i tę zawartość wilgoci przyjęto jako stałą przy porównywaniu wartości opałowej. Wartość ta wynosi 2700 do 3800 Kal/kg.

Wyrób cegiełek z torfu odbywa się ręcznie lub maszynowo. Ujemną stroną torfu ręcznie wydobytego, jest mała w stosunku do objętości wartość opałowa. Istotą torfu maszynowego stanowi rozzerwanie masy, przemieszanie jej i uformowanie cegiełek.

Początkowo badania były przeprowadzone laboratoryjnie na próbkach typu amerykańskiego według A. F. A.

Już pierwsze próby wypadły pomyślnie. Torf

z wykopu ręcznego, w stanie wilgotnym przetarto przez sito o oczkach średnicy 2 mm i użyto do wyrobu mas, w których zgodnie z zadaniem, operowano temi samymi składnikami, co w masie francuskiej, oczywiście przy dowolnej zmianie % wszystkich składników. Przygotowane próbki suszono w stałej temperaturze 200° C, w ciągu 2-eh godzin. Serja próbek z danej masy przy różnym procencie wilgoci była podstawą charakterystyki masy, t. j. określenia własności przepuszczalności i spoiłości w zależności od wilgotności. Zadana z próbek nie ujawniała najmniejszych rysów, dając dostateczną spoiłość, a przepuszczalność znacznie wyższą, niż w masach z nawozem.

Do prób używano torf ciemny z pokładów głębszych w ilości 5—10%. Podczas suszenia próbki wydzielają lekką woń kwasu octowego. Co się tyczy powierzchni próbki, to przy zastosowaniu wiślaka mamy powierzchnię nieco chropowatą, przy piasku polnym — zupełnie gładką. Z drugiej strony, stosując ten sam wiślak przy użyciu torfu młodego również otrzymujemy gładką powierzchnię, jednak w tym wypadku należałoby dodawać więcej wody, gdyż młody torf bardziej chłonie wodę niż stary.

W tabeli 1 zestawione mamy poszczególne badania, przeprowadzone przez laboratorium.

Bezpośrednio po tych próbach zastosowano torf na warsztacie. Dokonano kilku odlewów karteru silnika, który dawniej był formowany z masy fran-

cuskiej. Odlew wypadł zupełnie dobrze. Masa ta jednak (nr. 17 wg tabeli 1) w praktyce okazała się trochę za słaba, wobec czego następne formy przygotowywano już z masy, w skład której wchodziła glinika szamotowa (masa nr. 19 tabela 1). Tym razem spoistość masy powiększyła się dostatecznie, a odlewy również wypadły dobrze. Między innymi zaformowano przy pomocy wzornika dużą wannę do celów przemysłowych, o ciężarze 1200 kg i o dużych pionowych płaszczyznach, otrzymując zupełnie zdrowy odlew o gładkiej powierzchni. Odpowietrzenie formy było doskonałe, gazy spalały się prawie bezdymnie długimi niebieskimi płomykami (patrz rys. 1), które dowodzą obecności torfu.



Rys. 1.

Forma przed odlewem była suszona w ciągu kilkunastu godzin, przy stopniowo wzrastającej temperaturze. Po osiągnięciu 300—320° C temperatura zniżała się, aż do całkowitego ostudzenia formy. Zauważono przytem, że formy, których powierzchnia była starannie wygładzana, posiadały po wysuszeniu nieznaczne powierzchniowe rysy, przeciwnie — przy niewykonywanych formach — rysy te nie powstawały; prawdopodobnie działało się to skutkiem silniejszego zgniecenia masy, a ponieważ zwykle po wykończeniu powierzchnia formy jest bardziej wilgotna i ściśła, więc odparowanie i skurcz formy były nierównomierne. Zaradzono temu w ten sposób, że podczas grafitowania powierzchnię formy wygładzono powtórnie. Zetknięcie formy z gorącym metalem powoduje nieznaczne zwięzienie jej na grubości około 10 mm, tworząc izolację i nadając ładny wygląd powierzchni odlewu. Wykończalnia przy takim odlewie nie ma już wiele do roboty.

Na podstawie spostrzeżeń zebranych w ciągu licznych badań laboratoryjnych i na warsztacie stwierdzić możemy następujące korzyści stosowania torfu w odlewni:

- 1) Torf może być sprowadzany w większych transportach wagonowych na zgóry umówionych warunkach dostawy w zależności od gatunku, stanu zwilgotnienia i wyglądu. Zauważymy, że najlepiej do tego celu nadawałby się torf maszynowy, ponieważ zawiera mały procent wilgoci, jest ściśły i włókna ma rozdrobnione.
- 2) Magazynowanie torfu w większych ilościach jest łatwe i w porównaniu z nawozem wymaga bezsprzecznie mniej miejsca. W razie braku składów krytych torf maszynowy pozostawiony na powietrzu niezależnie od pogody utrzymuje swą pierwotną wilgotność, wody deszczowej nie przepuszcza do wnętrza cegiełek, można go więc trzymać w dowolnym miejscu.
- 3) Przerób torfu w celu dostosowania go do potrzeb warsztatu jest łatwy i nie wymaga specjalnych urządzeń, gdyż można szybko tego dokonać na zwykłej miazarce lub gniotowniku.
- 4) Używanie do mas torfu rozdrobnionego daje gwarancję jednolitości masy i możliwość kontroli laboratoryjnej.
- 5) Wyniki osiągnięte przy dużych i średnich odlewach pozwolą z pewnością na zastosowanie jego także i przy sporządzaniu odlewów drobnych, zamiast dotychczasowego pyłu węglowego i koksu — co kalkulowałoby się znacznie taniej.
- 6) Cena torfu przy większych transportach byłaby znacznie niższa, nie uwzględniając nawet niepomierne dużej zawartości wody w nawozie.
- 7) Własności techniczne mas z torfem są znacznie wyższe, niż z nawozem, szczególnie zaznacza się duży wzrost przepuszczalności.
- 8) Torf jest czysty, przyjemny w użyciu i nie wydziela żadnego przykrego zapachu.
- 9) Niezmierzone bogactwa złóż torfowych zapewniają odlewniom ciągłość dostawy i dobór gatunku.

Na zakończenie zaznaczyć muszę, że w ciągu 2-ich miesięcy prób na warsztacie, nie było dotąd żadnego braku w winy masy, i że stopniowo odlewania, przekonawszy się o korzyściach torfu, stosuje go coraz częściej chętniej niż nawóz.

T r e ś ć.

Znaczenie normalizacji piasków i mas formierskich dla przemysłu odlewniczego.

Omówienie prób zastąpienia nawozu końskiego w masach formierskich obierzynami, trocinami oraz torfem, z podaniem dodatnich wyników stosowania torfu.

Korzyści zastąpienia nawozu końskiego torfem w masach do dużych i średnich odlewów żeliwnych.

RÉSUMÉ.

L'importance de la normalisation de sable de moulage et des mélanges pour la fonderie.

Etude sur le remplacement de fumier par épiluchures, sciure et tourbe pour moulage en présentant les résultats positifs obtenus de l'application de la tourbe.

Profits de l'application de la tourbe remplaçant le fumier en moulage pour grandes et moyennes pièces moulées en fonte et ses résultats pratiques.

A. ZERNDT

620 . 1 (003 . 4) : 621 . 742 . 45 : [667 . 511 : 666 . 896]

Warunki odbiorcze niektórych materiałów formierskich (olej lniany, pokost, grafit)

I. Olej lniany i pokost.

Rdzenie olejowe, a szczególnie rdzenie przygotowane z olejem lnianym, lub pokostem, znalazły w odlewnictwie szerokie zastosowanie. Pomimo, że olej lniany i pokost są produktami stosunkowo drogiemi, stosowanie ich okazało się korzystne, gdyż otrzymuje się zapomocą nich rdzenie bardzo wysokiej jakości. Rdzenie olejowe odznaczają się mianowicie, między innymi, wysoką wytrzymałością w stanie suchym, łatwym wykruszaniem się po zalaniu metalu i małą higroskopijnością.

Właściści te zależne są od dwóch zasadniczych czynników: od piasku stosowanego do rdzenia i od jakości oleju.

Olej lniany, otrzymywany przez miążdzenie i wyciskanie pod wysokim ciśnieniem nasion lnu, zaliczamy do olejów wysychających. Właściwość tę zawdzięcza on swojemu składowi chemicznemu, mianowicie zawartości dużej ilości glicerydów kwasu linolowego ($C_{17}H_{31}COOH$) i glicerydów kwasu lino-lenowego ($C_{17}H_{29}COOH$), mogącego przyłączyć 6 atomów jednowartościowych. Związki te, dzięki swemu wybitnie nienasyconemu charakterowi, pochłaniają łatwo tlen powietrza i utleniając się przechodzą na ciała stałe, t. zw. linoksymy, stąd wniosek, że szybkość wysychania jest proporcjonalna do ilości związków nienasyconych.

Zawartość związków nienasyconych w oleju określamy przez oznaczenie jego liczby jodowej, to jest ilości miligramów jodu, jaką wiąże jeden gram badanego oleju. Dla oleju lnianego liczba ta wynosi, zależnie od pochodzenia oleju, 171—204.

Prócz liczby jodowej charakteryzuje olej jego ciężar właściwy i liczba zmydlenia, to jest ilość miligramów KOH związanego przez całą ilość kwasów wolnych i związanych. Dla oleju lnianego ciężar właściwy przy $15^{\circ}C$ wynosi 0,932—0,937, liczba zmydlenia 188—192.

Wysychanie oleju lnianego jest więc skomplikowanym procesem chemicznym, zachodzącym w normalnych warunkach stosunkowo wolno. Cienka warstwa oleju (1 mg na 1 cm²) wysycha latem w przeciągu trzech do pięciu dni, zimą w przeciągu pięciu do siedmiu dni. Podwyższenie temperatury znacznie przyspiesza proces wysychania, lecz nie zawsze daje się to zastosować.

Dla przyspieszenia wysychania oleju lnianego wprowadza się doń różne domieszki, noszące ogólnie miano sykatywów — tak spreparowany olej nazywamy pokostem.

Rola sykatywów nie polega, jak sądzono dawniej, na pobieraniu tlenu z powietrza i oddawania go olejowi, lecz na działaniu katalitycznym. Świadczy o tem fakt, że szybkość wysychania nie jest proporcjonalna do ilości sykatywów, lecz osiąga pewną granicę, której nie przekracza nawet przy użyciu nadmiaru sykatywów.

Jako sykatywów używano dawniej wyłącznie tlenków i soli metali ciężkich, przeważnie ołowiu, manganu, cynku i kobaltu. Ilość dodawanych sykatywów jest zależna od rodzaju soli i waha się od 0,1—0,5%. Wyżej podane sykatywy łączą się z olejem lnianym dopiero w temperaturze 200—250^o C, co wpływa ujemnie na jakość pokostu. Otrzymywane w ten sposób pokosty zaliczamy do gatunku II.

Nowszym sposobem przygotowywania pokostu jest dodawanie sykatywów w postaci soli tłuszczowych metali ciężkich, tak zwanych linoleatów. Sykatywy te łączą się z pokostem już w temperaturze 120—150^o C. Prócz nich stosowane są linoleaty rozpuszczalne w oleju, benzynie i t. p. i łączące się z olejem lnianym już na zimno. W ten sposób otrzymane pokosty zaliczamy do gatunku I.

Porównanie danych w tabeli I wykazuje, że liczba kwasowa w pokości jest wyższa, niż w oleju lnianym, liczba jodowa jest niższa, ciężar właściwy nieco wyższy, liczba zmydlenia zostaje prawie bez zmiany.

Wysokość liczby kwasowej zależy od czasu i temperatury, w której olej był ogrzewany, mianowicie wzrasta wraz z czasem i temperaturą ogrzewania, liczba jodowa w tych samych warunkach zachowuje się odwrotnie. Wysoka liczba jodowa świadczy więc o przygotowaniu pokostu w niskiej temperaturze.

Wartość tych liczb charakterystycznych świadczy o gatunku pokostu, wszelkie zafałszowania zmieniają ich wielkość.

TABELA 1.

Liczby charakterystyczne oleju lnianego i pokostu.

Nazwa	d_{15}	Liczba jodowa	Liczba zmydlenia	Liczba kwasowa
Olej lniany	0,932—0,937	174—202	190—193	0,55—1,54
Pokost . .	0,935—0,945	165—175	190—193	1,5 —3,0

Dobry pokost powinien być przezroczysty; zmętnienie powstaje wskutek zastosowania mętnego oleju, nadmiaru sykatywów, których rozpuszczalność w oleju jest ograniczona i wilgoci. Mętność w oleju pochodzi od śluzu, który dostaje się doń przy wyciskaniu nasion i który powinien być oddzielony przed przygotowaniem pokostu.

Pokost po przygotowaniu powinien się odstać i być oddzielony od części zmętnionych, które są szkodliwe w produkcji rdzeni, wpływają bowiem na powolniejsze schnięcie rdzeni i zmniejszenie ich wytrzymałości.

Jak wspominałem wyżej, wysoka temperatura i długie gotowanie obniża znacznie liczbę jodową pokostu. Wpływa to ujemnie nie tylko na szybkość wysychania rdzeni, lecz również na ich wytrzymałość.

V. A. Crosby przeprowadził badania nad rdzeniami, do których przygotowania użyto olejów o różnej liczbie jodowej. Masa rdzeniowa składała się z piasku o liczbie ziarnistości 70, 1,4% oleju i 8% wody. Przed badaniem próbki suszono w ciągu 45 minut w temperaturze 210° C. Wytrzymałość próbek Nr. 1 Crosby przyjął za 100. Wyniki doświadczalne zestawione są w następującej tabeli.

TABELA 2.
Zależność wytrzymałości od liczby jodowej.

Nr. oleju	L. jodowa	Wytrzym. %	Nr. oleju	L. jodowa	Wytrzym. %
1	173,2	100	5	132,4	76
2	167,0	96,5	6	125,5	56
3	155,1	88	7	113,0	46
4	144,2	77	8	97,0	33

Doświadczenie to wykazuje wybitnie, jaką wagę należy zwracać na właściwy gatunek pokostu. Użycie pokostu mętnego II gatunku powoduje nie tylko straty rdzeni, lecz także straty wskutek konieczności odrzucania osadu, razem z pewną częścią pokostu.

Z tego powodu niższa cena pokostu II gatunku dla odlewni staje się fikcyjną, jeżeli zaś weźmiemy pod uwagę ewentualne koszty dekantowania mętnego pokostu, przechowywania znacznych ilości w magazynie przez dłuższy okres czasu w celu odstania, oraz bezwzględnie zwiększone ryzyko braku, staje się jasne, że fabrykacja rdzeni olejowych na pokościu II gatunku wypada znacznie drożej.

Z powyższego wynika, że najkorzystniejsze jest używanie pokostu I gatunku, odpowiadającego następującym warunkom:

- d_{18} 930 — 937,
- liczba jodowa 175 — 185,
- liczba zmydlania 190 — 193.

Pokost powinien być jasny, przezroczysty, koloru czerwono brązowego, posiadać charakterystyczny zapach oleju lnianego i nie zawierać osadu.

Streszczenie.

Artykuł zawiera krótką charakterystykę oleju lnianego i pokostu w związku z zastosowaniem ich do wytwarzania rdzeni, oraz wniosek, że do tego celu należy używać pokostu I gatunku, którego charakterystyka została podana.

II. Grafity odlewnicze.

Z innych materiałów pomocniczych w odlewnictwie na uwagę zasługuje grafit. Używa się go do zapyłania, lub smarowania form i rdzeni, w celu wytworzenia między formą a wlewanym metalem warstwy ochronnej, zapobiegającej przywieraniu formy do odlewu. W ten sposób otrzymuje się odlewy o czystej i gładkiej powierzchni.

Grafit jest minerałem znanym już od bardzo dawna, występuje w pokładach w Niemczech, w Czechach, w Austrii i w Rosji (Ukraina, Ural). Poza złożami europejskimi grafit występuje w dużych ilościach na Cejlonie, w Australji, w Brazylii i w Kanadzie.

Grafit występuje w postaci łupków lub zbitej masy, często razem z innymi minerałami, jest czarno szary, nieprzezroczysty, silnie brudzący i tłusty w dotyku. Ciężar właściwy grafitu wynosi 2,25, punkt zapłonu 650° C, temperatura topliwości 300° C.

Grafit zawiera obok węgla pierwiastkowego części niepalne, pozostające jako popiół, oraz niewielkie ilości części lotnych.

W załączonych tabelach podany jest skład grafitów surowych.

TABELA 1.
Skład grafitu według Ed. Donatha.

Pochodzenie grafitu	Części lotne %	Węgiel %	Popiół %	Skład popiołu				
				krzemionka	glinka	tlenek żelaza	wapno magnezja	alkalia i straty
Kumberlandt	1,10	91,55	7,35	52,5	28,3	12,0	6,0	1,2
„ gat. handl.	6,10	78,10	15,80	58,5	30,5	7,5	3,5	—
Passau	7,30	81,08	11,62	53,7	35,6	6,8	1,7	2,2
„	4,20	73,65	22,15	69,5	21,2	5,5	2,0	1,9
Musgram (Czechy)	4,10	91,05	4,85	61,8	28,5	8,0	0,7	1,0
Cejlon kryst.	5,10	79,40	15,50	—	—	—	—	—
Cejlon gat. handl.	5,20	68,30	26,50	50,30	41,5	8,2	0,0	—
Spencero Gulf (Połudn. Australja) . .	3,00	50,80	46,20	63,1	28,5	4,5	—	3,9
Altstadt (Morawy)	1,17	87,58	11,25	—	—	—	—	—
Zaptan (Australja)	2,20	90,63	7,17	55,0	30,0	14,3	—	0,7
Ceara (Brazylja)	2,55	77,15	20,30	79,0	11,7	7,8	1,5	0,0
Buckingham (Kanada)	1,82	78,48	19,17	65,0	25,1	6,2	0,5	1,2
Szwarzbach (Czechy)	1,05	88,05	10,90	62,0	28,5	6,3	1,5	1,7
Ural	0,72	94,03	5,25	64,2	24,7	10,0	0,8	0,3

TABELA 2.
Skład grafitów rosyjskich wg *Gerasimowa*.

P o c h o d z e n i e	Części lotne %	Węgiel %	Popiół %	S k ł a d p o p i o ł u			Opór elektryczny
				krzemionka	glinka	tlenek żelaza	
Aliberowski BS 5/0 . . .	1,01	57,74	40,25	51,3	—	8,0	0,341
„ BOH 4/0 . . .	1,28	69,53	29,19	54,0	14,4	9,5	0,179
„ BSK	2,15	60,98	36,87	50,0	30,0	4,2	0,185
„ BOH 3/0 . . .	2,04	72,39	25,86	65,0	22,6	19,0	0,188
„ BO 3/0 . . .	0,03	91,27	8,70	43,7	14,7	16,6	0,210
Kurejski Nr. 000	11,19	72,12	11,69	13,1	48,0	24,0	0,06
Marjampolski Nr. 35	9,98	51,74	38,28	50,0	22,7	16,8	0,67
„ Nr. 30	8,46	38,98	52,55	55,0	22,3	13,0	1,86
„ Nr. 10	12,10	27,40	60,60	58,2	26,4	7,1	1,0

Racjonalny wybór grafitu do opylania i do czer-
nideł ma podstawowe znaczenie. Od grafitu wy-
maga się:

- 1) dostatecznej ognioodporności,
- 2) dobrego przylegania do ścianek form,
- 3) dobrego przepuszczania gazów.

Grafity surowe tym warunkom nie odpowiadają,
zawierają bowiem prawie zawsze domieszki ze zło-
ża i stosunkowo grube ziarna. Domieszki wpływają
ujemnie na ognioodporność i przepuszczalność,
a grube ziarno powoduje złe przyleganie warstwy
grafitu do powierzchni formy.

Aby grafit odpowiadał wymaganym warunkom,
musi być poddany odpowiedniemu szlamowaniu.
Zostaje on rozdrobniony przez tłuczenie i mielenie,
następnie szlamowany wodą, gotowany z kwasem
solnym i ponownie płokany. W ten sposób uwalnia
się grafit od znacznej ilości domieszek.

Przykładem, jak dalece czystość grafitu zależy od
odpowiedniego szlamowania, jest grafit niemiecki¹⁾.
Podczas wojny z grafitu surowego otrzymywano
produkt zawierający zaledwie 30—35% węgla,
obecnie z tego samego surowca otrzymuje się pro-
dukt o zawartości 90—95% węgla.

Ujemny wpływ domieszek na ognioodporność
grafitu wykazał doświadczalnie *Ed. Donath*. Wy-
konał on następujące badanie: do czystego grafitu
cejlońskiego dodawał kolejno: 10% koksu, węgla
retortowego, sadzy acetylenowych, węgla drzewne-
go i antracytu; następnie mieszał każdą porcję
z 1/3 (ciężarowo) glinki ogniotrwałej, prasował z tej
masy cylinderki próbne i prażył je w temperaturze
1500°C w ciągu godziny w gazowym piecu tygło-
wym.

Wyniki otrzymał następujące:

Nazwa materiału	Straty przy prażeniu
Grafit cejloński czysty	15%
„ „ zmieszany z koksem	21%
„ „ „ z węglem retort.	29%
„ „ „ z sadzami acetyl.	33%
„ „ „ z węglem drzewn.	49%
„ „ „ z antracytem	53%

Domieszki te²⁾ można wykryć na drodze che-
micznej wg niżej przytoczonych metod.

Węgiel brunatny daje przy ogrzewaniu
z rozcieńczonym HNO₃ (1:10) zabarwienie poma-
rańczowe. Ogrzewany z KOH daje zabarwienie
ciemno brunatne. Z roztworu tego kwasy wytrącają
brunatny kłaczkowaty osad kwasu huminowego.

Węgiel kamienny powyższych reakcyj nie
daje. Przy ogrzewaniu, w probówce wydzielają się
produkty alkaliczne. Wyciąg benzolowy wykazuje
wyraźną fluorescencję, nie wykazuje tego węgiel
brunatny.

Koks. Kwas azotowy rozcieńczony nie działa
na koks. Rozcieńczony roztwór KMnO₄ reaguje po-
woli na zimno, prędzej na gorąco. Osadzony roz-
twór zawiera węglany alkaliczne i ślady szczawia-
nów. Siarczan sodu topiony z koksem w tygłu zo-
staje silnie redukowany. Po wyługowaniu stopu
można wykryć znaczne ilości siarczku sodowego.

Węgiel retortowy zawiera do 99% C, i we
własnościach swych jest bardzo zbliżony do grafitu,
wskutek tego specjalnie nadaje się do zafalaszowań.
Można go wykryć przy dużym powiększeniu pod
mikroskopem. Jest wtedy widoczny w postaci cha-
rakterystycznych wypukłych płatków. Rozcieńczony
KMnO₄ ług potasowy i stężony kwas azotowy nie
działają nań, siarczan sodu zostaje przy topieniu
silnie redukowany i po wyługowaniu stopu łatwo
wykryć w roztworze siarczek sodu.

Sadze zostają atakowane przez rozcieńczony
nadmanganian tworząc niewielkie ilości kwasu
szczawowego.

Antracyt surowy nie reaguje z rozcieńczonym,
zato silnie ze stężonym kwasem azotowym; po do-
daniu amonjaku otrzymuje się ciemno brunatne za-
barwienie. Rozcieńczony nadmanganian zostaje re-
dukowany wywiązując przy tym kwas szczawowy.
Antracyt palony nie reaguje ze stężonym kwasem
azotowym, z nadmanganianem daje tę samą reakcję
jak antracyt surowy.

¹⁾ Giesserei 1933. Zeszyt 45/46, str. 503 „Der deutsche
Giessereigrafit in der Praxis“.

²⁾ Gaiger „Handbuch der Eisen und Stahlgesserei. T. I,
str. 612.

Analiza chemiczna była pierwszym środkiem badania grafitu; jest ona jedna skomplikowana i wymaga dość dużo czasu, przytem nie wykazuje rzeczy zasadniczej, t. j. ilości węgla w postaci grafitu.

Metodę szybką, doskonale nadającą się do badań przemysłowych, polegającą na badaniu oporu elektrycznego grafitu, opracowali *Andersen* i *Ogden*. Przewodnictwo grafitu zależy w pierwszym rzędzie od ilości węgla, zawartego w postaci grafitu, można więc pośrednio z wielkości oporów elektrycznych sądzić o stopniu czystości grafitu. Badania wykazały, że znormalizowana próbka dobrego grafitu powinna mieć opór mniejszy od 0,20 Ohma.

Badanie wykonywa się w sposób następujący: 5 g grafitu, wysuszonego w temp. 105° C, prasuje się w cylinderku średnicy 12,7 mm i wysokości 25,4 mm i mierzy opór tego słupka grafitu zapomocą mostka *Wheatstone'a*. N. p. grafit aliberow-

W normie tej nie uwzględniono szkodliwego wpływu siarki na odlewy, oraz znacznego zanieczyszczenia przez nią powietrza w odlewni. Nie uwzględniono również spiekania się popiołu. Ponieważ niema danych doświadczalnych co do temperatury spiekania się popiołu, przyjęto jedynie, że suma topników w popiele nie powinna wynosić więcej, niż 10—12%.

Ostatecznie więc norma składu chemicznego, przyjęta przez Z. S. S. R. jest następująca:

C %	Popiół %	Cz. lotnych %	S %	Topników w popiele %
75	30	5	1,5	10—12

Stowarzyszenie Odlewników Niemieckich ustaliło następującą normę na grafit:

Grafit	Ognioodporność	Ciężar własc.	Barwa	Własności dotyku	Skład chemiczny			
					Popiół %	C %	H ₂ O %	Cz. lotne %
Własności normalne	Ognioodporny	2, 2—2,3	Szaro czarna	Tłusty	5—50 i wyżej	50—95 i niżej	2,5	0,5—7,0
Własności żądane	Wysoka ognioodporność	2, 2—2,3	Szaro czarna	Tłusty	30	75	3,0	5,0

ski¹⁾ marki BOM 4/0 wykazuje opór 0,179 Ohma, zawartość węgla 70% — jedno i drugie świadczy o jego dobroci. Natomiast grafit aliberowski BO 3/0 ma doskonały skład chemiczny (91,27% węgla i 8,9% popiołu), ale opór 0,210 Ohma.

Duży opór tego grafitu jest spowodowany jego gruboziarnistością, grafit więc nie nadaje się do użytku w odlewnictwie. W ten sposób wprost z wartości oporu elektrycznego można sądzić o przydatności grafitu, analiza chemiczna nie daje tego.

Badania mikroskopowe mają dość ograniczone zastosowanie. Przy powiększeniu X 210 można rozróżnić jasne ziarna krystalicznego grafitu i ciemne ziarna grafitu bezpostaciowego. Jednak mała stosunkowo próbka, badana pod mikroskopem, nie może być miarodajna dla całej partji i badania te należy uważać jako pomocnicze.

Różnorodność składu chemicznego i własności fizycznych bardzo utrudniają ułożenie norm dla grafitu.

W Z. S. S. R. przyjęto następujące normy²⁾.

Wielkość ziarna	Zawartość popiołu %	Zawartość ciał lotn.	Skład popiołu
1. Cały grafit powinien przejść przez sito Nr. 70 (AFA) i nie mniej niż 80% przez sito Nr. 200.	20	5	Jak najmniejsza ilość alkaliów i siarki
2. Cały grafit powinien przejść przez sito Nr. 70. Pozostałość na sicie Nr. 100 nie powinna być większa niż 5%, na sicie Nr. 200 powinno przejść nie mniej niż 75%.	30	5	Jak powyższe zawartość Fe ₂ O ₃ 4%

¹⁾ Litiejnoje dzieło, 1932, Nr. 7, str. 427.

²⁾ Litiejnoje dzieło, 1934, Nr. 10, str. 820, Czernyszew „Litiejnyje grafity i ich zameniteli”.

U w a g a: Grafit nie powinien zawierać domieszek, np. węgla kamiennego, węgla drzewnego, koksu, sadzy, glinki. Domieszki te obniżają ognioodporność.

Według danych amerykańskich dobry grafit powinien odpowiadać następującym warunkom:

Popiół %	Części lotne %	Pozostałość na sicie Nr. 100 %	Pozostałość na sicie Nr. 200 %
40	5	5	20

Reszta powinna przejść przez sito Nr. 200.

Porównywając te normy widać, że skutek dużej ilości gatunków, różniących się bardzo między sobą co do składu chemicznego, tolerancje w tym kierunku są bardzo duże, przeciwnie dużą uwagę zwrócono na wielkość ziarn i tu granice są już ściśle określone. Opór elektryczny grafitu w normach jeszcze nie jest uwzględniony.

Z powyższego zestawienia norm różnych krajów wynikają zasadnicze warunki jakim powinien odpowiadać grafit odlewniczy.

Powinien on mieć następujące własności fizyczne i skład chemiczny:

- 1) Wysoką ognioodporność.
- 2) Barwę szaro-czarną.
- 3) Dotyk tłusty.
- 4) Ciężar właściwy 2, 2—2,3.
- 5) Drobne ziarno: pozostałość na sicie Nr. 100 (A. F. A.) max. —5%, na sicie Nr. 200 max. —20%.
- 6) Zawartość Popiół max. 40%,
 „ H₂O max. 3%,
 „ Cz. lotnych max. 5%,
 „ S max. 1,5%

Fabryki produkujące grafity odlewnicze z grafitów surowych dostosowują się coraz bardziej do tych warunków, zwracając również baczną uwagę na drobnoziarnistość.

W Polsce dotychczas stosowano grafit pochodzenia zagranicznego, dopiero od niedawna pojawił się na rynku grafit szlamowany, firmy „Elek-

tro” w Łaziskach Górnych, nadający się zupełnie dobrze do celów odlewniczych.

Streszczenie.

Artykuł zawiera charakterystyki grafitu różnego pochodzenia, oraz warunki stawiane grafitom odlewniczym.

Prof. W. ŁOSKIEWICZ i B. JURA

Wpływ warunków odlewania mosiądzu na transkryształizację oraz wpływ jej na walcowność i własności mechaniczne

A. Wpływ pewnych warunków odlewania na transkryształizację płyt z CuZn33, odlewanych w żeliwnych wlewnicach.

Jak wiadomo warunkiem koniecznym do uzyskania dobrych blach mosiężnych jest dobry materiał bloku. W przeciwnym razie koszty walcowania wzrastają niepomniernie wskutek znacznej ilości odpadków i dodatkowych operacji, jak frezowanie, czyszczenie, skrobanie i t. p. Poza to wewnętrzne wady bloku mogą się ujawnić dopiero przy dalszej przeróbce, zwiększając straty.

Kryształizacją bloków, ich budową, wpływem budowy na własności mechaniczne i technologiczne zajmowano się niejednokrotnie. Nie mając możliwości przytoczenia tutaj tych wszystkich prac podajemy niżej tylko nazwiska kilku badaczy, którzy zajmowali się sprawą kryształizacji metali, z punktu widzenia teoretycznego lub praktycznego¹⁾.

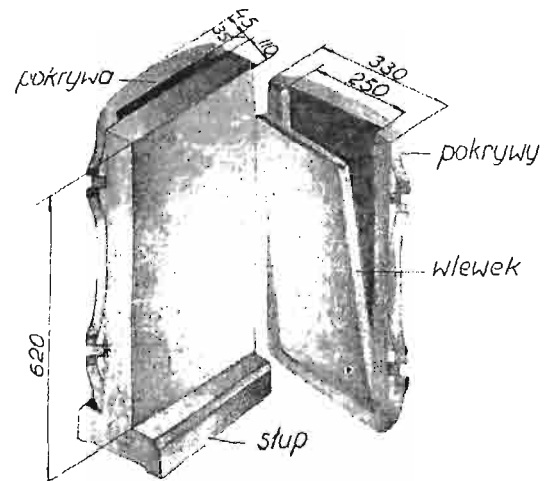
Naszem zadaniem było zbadać, jak w warunkach przemysłowych wpływają na kryształizację skrośną — termin zaproponowany przez dyr. inż. W. Domańskiego zamiast transkryształizacji — takie czynniki jak: 1) temperatura odlewania, 2) temperatura wlewnicy i 3) szybkość napełniania wlewnicy.

Dla wyjaśnienia tego zagadnienia wykonano z górą 220 odlewów w możliwie jednakowych warunkach — zmieniając kolejno tylko 1 z 3 czynników badanych.

Topienie przeprowadzano w koksowych piecach tyglowych w tyglach grafitowych pojemności ok. 100 kg, wystarczającej do odlania dwóch płyt bliźniaczych 620×250×35 mm (84 kg). Topienie namiaru (30% Cu, 16% Zn i 54% odpadków) uskuteczniiano w taki sam sposób, odtleniano zapomocą 20% CuZn i 15% CuP w ilości 20 wzgl. 15% w tych samych okresach topienia. Temperaturę metalu oraz kokil przed odlewem mierzono termoparami kontrolowanymi wielokrotnie. Odlewano do kokil żeliwnych (rys. 1) sposobem „deszczowym” przez korytko. Kokile smarowano²⁾ mieszanką

oleju nafty i sadzy i podgrzewano do wymaganej temperatury. Szybkość napełniania — mierzona szybkością podnoszenia się poziomu cieczy w kokili — regulowano średnicą i ilością otworków w korytku. Poziom cieczy w korytku zachowano stały — za wyjątkiem ostatniej porcji metalu.

Badania uskuteczniiano na materiale o nominalnym składzie 67% Cu i 33% Zn, przeznaczonym

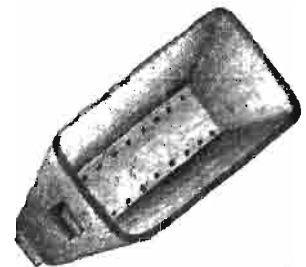


Rys. 1a. Widok kokili żeliwnej.

do głębokiego tłoczenia, a więc bardzo czystym. Wobec powyższego, nie badano wpływu domieszek na kryształizację. Ze względów technicznych nie mogliśmy badać wpływu grubości ścianek wlewnicy i grubości bloku oraz zająć się wpływem kon-

Rys. 1b.

Widok
korytka



strukcji wlewnicy i jej materiału na odlew. Pewne pobieżne badania nad wpływem smarów dla kokil zostały przez nas uwzględnione.

Obserwacje struktury i „zdrowia” bloku dokonywano na 2 do 6 paskach poprzecznych, wyciętych

¹⁾ Podręczniki metaloznawstwa: Tammanna, Czochrałskiego, Descha, Feszczenko-Czopińskiego, Sachsa, Sauerwalda i t. d. oraz Genders i Bailly: The casting of brass ingots, 1934, London, British non ferrous metals research association, wzgl. tłum. na niem., 1936, Berlin, Springer; Roth: Ueber die Abkühlung von Messingblöcken in Kokillen, Giesserei, 1933.

²⁾ Grubość warstwy smaru nie zawsze była jednakowa; powoduje to czasem znaczne odchylenia wyników.

z bloku na rozmaitej wysokości (miejsca wycięcia stałe). Makroszlify wytrawiano stężonym kwasem azotowym. Protokoły obserwacji zawierały następujące dane: 1) temperaturę odlewu, 2) temperaturę wlewnicy (na 5 min przed rozpoczęciem odlewania), 3) szybkość napełniania w mm/sek, 4) grubość warstwy kryształów „zamrożonych” w mm, 5) grubość warstwy — względnie średnią długość — kryształów skrośnych w mm, 6) średnicę kryształów „wolnych” w mm, 7) charakterystykę przekroju pod względem ilości por i szczelin skurczowych z podaniem o ile możliwe ich wielkości, 8) wygląd powierzchni płyty. Punkty 4 do 7 podawano dla wszystkich badanych przekrojów, gdyż jak wiadomo warunki krzepnięcia nie są jednakowe na całej wysokości, a wobec tego i struktura różni się dość znacznie. Należy jeszcze dodać, że grubość warstwy smaru — jak już zaznaczono i podamy dalej — wpływa na strukturę bloku, a ponieważ kontrola grubości tej warstwy nie mogła być uskuteczona, więc struktury nawet na tym samym przekroju bywają niejednakowe; tak samo płyty bliźniacze wykazują czasem bardzo odmienne struktury. Ten „nieujednostajniony” czynnik jest więc przyczyną, że uzyskane przez nas wyniki nie mogą być traktowane jako „średnie”, lecz jedynie jako „orientacyjne”; wskazują one kierunki działania poszczególnych badanych czynników.

Dobra płyta mosiężna, przeznaczona do walcowania, powinna posiadać możliwie dużą ścisłość — brak pęcherzyków i jamek (szczelin) skurczowych wewnątrz bloku i w pobliżu powierzchni, oraz posiadać czystą i gładką powierzchnię — brak zagłębienia, narośli (kluseczek — zamrożniętych kropli metalu), nakłóć, szram i t. p. Te zewnętrzne cechy płyty mogą nawet przeważać i zdyskwalifikować wewnętrznie zdrowy blok.

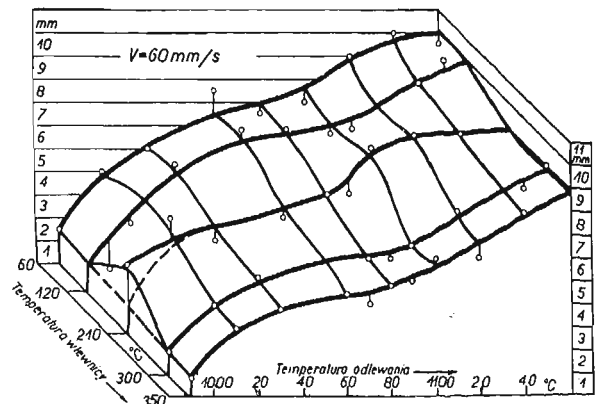
Uzyskanie takiej dobrej płyty — pomimo prostej formy — nasręcza znaczne trudności, gdyż stosunek grubości płyty do innych jej wymiarów jest niekorzystny pod względem odlewniczym.

Przy naszych badaniach nad wpływem temperatury odlewania odlewaliśmy bloki w zakresie temperatur od 980 do 1180°C (mniej więcej w odstępach 20°). Szybkości napełniania wlewnicy mieściły się w granicach od 60 do 7 mm/sek — dla najniższych szybkości napełniania minimalne temperatury odlewania musiały być odpowiednio wyższe, gdyż w przeciwnym razie metal zastygał w korytku; podawane przez nas temperatury odlewania są temperaturami początkowymi, pod koniec odlewania temperatury były odpowiednio niższe. Temperatury wlewnic obejmowały zakres od 60 do 350°C.

Nie zatrzymując się dłużej nad przebiegiem krzepnięcia metalu we wlewnicy zaznaczamy tylko, że w zależności od stopnia przegrzania metalu będzie on przez dłuższy lub krótszy czas w stanie płynnym po wylaniu go do wlewnicy. Na powierzchni zetknięcia z względnie zimnymi ściankami wlewnicy skrzepnie warstwa równoosiowych drobnych kryształów „zamrożonych”, następnie na tej warstwie zaczną narastać wydłużone w kierunku prostopadłym do powierzchni chłodzących kryształy skrośne, a w końcu zaczną krzepnąć — o ile warunki na to pozwolą — znów równoosiowe, lecz

większe kryształy „wolne”. Wzajemne ustosunkowanie się grubości poszczególnych warstw zależy od warunków odlewania i stygnięcia oraz własności danego stopu.

Nasze badania ograniczyły się do wpływu temperatury odlewania i wlewnic oraz szybkości napełniania na strukturę. Zebrany przez nas materiał jest zbyt obfity, aby mógł być tutaj reprodukowany. Musieliśmy się ograniczyć tylko do danych charakterystycznych i ogólnych wniosków. Podawane przez nas przykładowo wykresy „przestrzenne” pozwalają od razu na jednym wykresie ustalić wpływ dwóch czynników na badaną własność — temperaturę odlewania i temperaturę wlewnicy na długość kryształów skrośnych przy stałej szybkości napełniania. Porównywając te wykresy pomiędzy sobą łatwo wydedukować wpływ 3-ciego czynnika — szybkości napełniania — na długość tych kryształów. Podkreślamy jeszcze raz, że badania nasze wskazują kierunek, a nie są liczbami średnimi.



Rys. 2.

Rys. 2 podaje nam wpływ temperatury odlewania i temperatury wlewnicy na długość kryształów skrośnych przy szybkości napełniania 60 mm/sek.

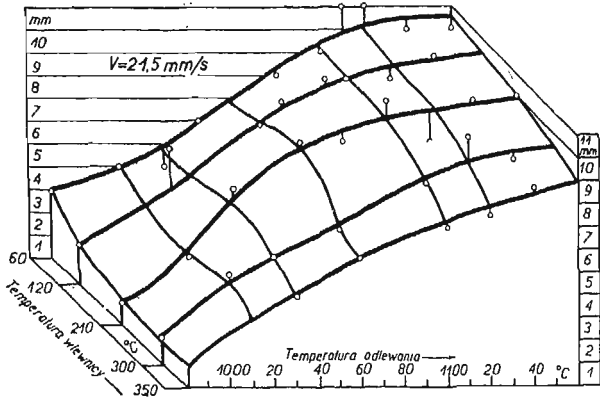
Na krzywych zależności długości kryształów skrośnych od temperatury odlewania można zaobserwować trzy odcinki: od najniższych stosowanych temperatur do około 1030°C — szybki wzrost długości ze wzrostem temperatury odlewania, od 1030 do około 1100°C — powolny wzrost długości i następnie powyżej 1100°C — ponownie gwałtowniejszy wzrost długości, który zdaje się maleć ze wzrostem temperatury odlewania.

Wygląd krzywych dla poszczególnych temperatur wlewnic jest podobny z wyjątkiem krzywej dla 210°C, która wykazuje pewne odchylenia. Ponieważ podobne odchylenia można zauważyć i na wykresach dla innych szybkości napełniania, więc możliwe jest, że przy tej temperaturze wlewnicy warunki krzepnięcia są odmienne w porównaniu z innymi. Ze wzrostem temperatury wlewnicy długość kryształów skrośnych ogólnie biorąc maleje, przy czym najkrótsze kryształy skrośne uzyskuje się przy najniższej temperaturze odlewania w najgłębszą wlewnicę.

Szybkość napełniania 45 mm/sek. Charakter

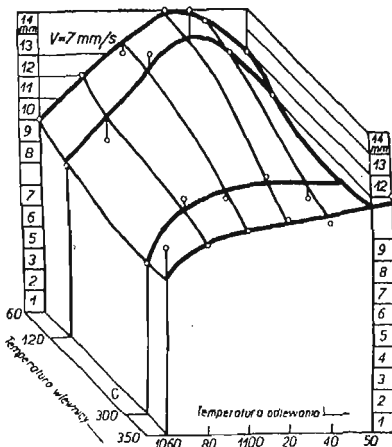
krzywych jest zasadniczo taki sam, jak przy wyższej szybkości napełniania.

Szybkość napełniania 35 mm/sek. I tutaj charakter krzywych nie uległ zasadniczej zmianie, je-



Rys. 3.

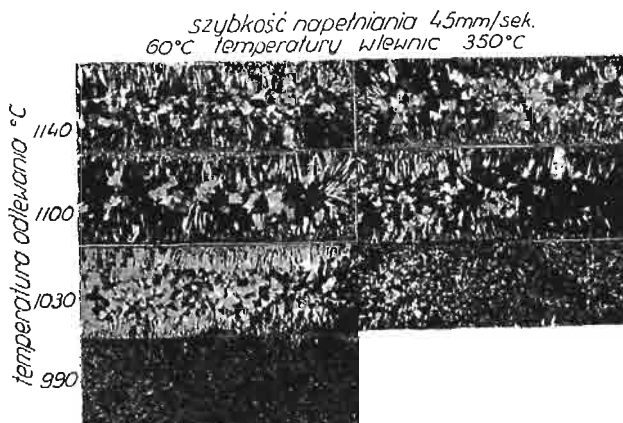
dynie może dla krzywych przy wyższych temperaturach wlewnicy nastąpiło pewne wygładzenie, które zamazuje granice wpływu temperatur odlewania



Rys. 4.

na długość kryształów skośnych.

Szybkość napełniania 21,5 mm/sek, rys. 3. Przy tej, prawie trzykrotnie mniejszej szybkości napeł-



Rys. 5. Zależność struktury od temp. odlewania.

niania, wygląd krzywych nie uległ większej zmianie. Można jedynie zauważyć pewne przesunięcie granicznych temperatur: do około 1010°C długość

kryształów skośnych wzrasta podług pewnej krzywej więcej stromej, niż powyżej tej temperatury, zaś powyżej 100°C wzrost tych kryształów jest znacznie powolniejszy, szczególnie przy niższych temperaturach.

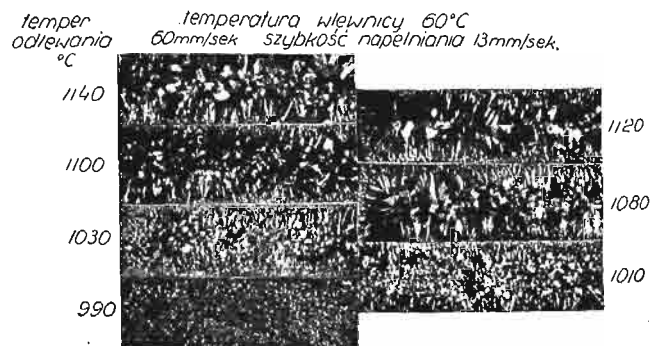
Szybkość napełniania 13 mm/sek daje już odmienny wygląd krzywych. Do około 1010°C—1030°C długość kryształów skośnych wzrasta gwałtownie ze wzrostem temperatury wlewnicy, dalej do 1100°C wzrasta mniej więcej proporcjonalnie ze wzrostem temperatury odlewania, a następnie przechodzi przez maximum w pobliżu 1120°C i potem maleje. To zmniejszanie się długości kryształów pomimo wzrostu temperatury odlewania jest tem wybitniejsze, im niższa jest temperatura wlewnicy.

Szybkość napełniania 7 mm/sek, rys. 4. Dla tak małej szybkości napełniania mamy już bardzo wybitny spadek długości kryształów skośnych w tych wypadkach, gdy temperatura odlewania przekroczy 1120°C. Ten spadek jest tem wybitniejszy, im niższa jest temperatura wlewnicy; dla wysokich temperatur wlewnicy obserwuje się tylko pewne zmniejszenie wpływu temperatury odlewania na długość kryształów skośnych.

Porównyując wszystkie te wykresy (2, 3 i 4) pomiędzy sobą widzimy, że w zasadzie długość kryształów skośnych maleje ze wzrostem temperatury wlewnicy (mniejsza szybkość stygnięcia).

Porównanie powyższe wykresów pozwala również stwierdzić, że długość kryształów skośnych (przy tej samej temperaturze odlewania i wlewnicy) będzie ogólnie biorąc tem mniejsza, im większa jest szybkość napełniania wlewnicy) ruchy cieczy wpływającej sięgają głębiej i przeskadzają wzrostowi kryształów skośnych, a jednocześnie wprowadzają w głąb zarodki kryształów równosiowych).

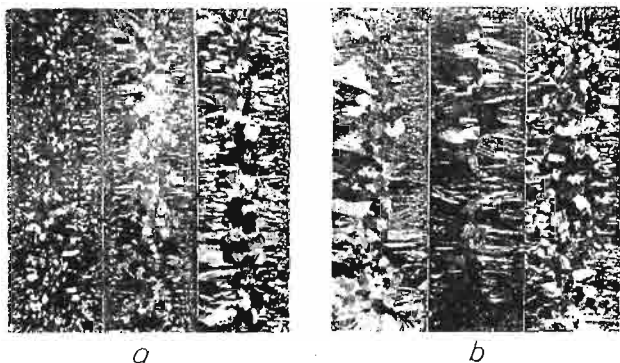
Na rysunkach 5, 6 i 7 pokazanych jest przykładowo kilka makrofotografji (pow. około 0,8X) z połówek płyt. Rys. 5 podaje zależność struktury od temperatury odlewania (1140—990°C) dla temperatur wlewnicy 60 i 350°C przy stałej szybkości napełniania 45 mm/sek. Rys. 6 podaje zależność struktury od temperatury odlewania (1140—990°C) dla szybkości napełniania 60 i 13 mm/sek przy stałej temperaturze wlewnicy (60°C) i wreszcie rys. 7 podaje: (a) zależność struktury od szybkości napełniania (60 i 7 mm/sek) przy stałej temperaturze



Rys. 6. Zależność struktury od temp. odlewania.

rze wlewnicy (300°C) i zbliżonej temperaturze odlewania (1100 i 1120°C) oraz (b) zależność struktury od temperatury odlewania (1160—1080°C) przy

minimalnej temperaturze odlewania (7 mm/sek) do wlewnicy podgrzanej do 120°C. Należy dodać, że przy tej minimalnej szybkości napełniania temperatura 1080°C jest prawie najmniejsza, przy której



Rys. 7. Zależność struktury od szybkości napełniania wlewnicy (a) i temp. odlewania (b).

rej można jeszcze odlać blok. Szczegóły są podane bezpośrednio na odnośnych rysunkach.

Jak z tych materiałów wynika długość kryształów skośnych zależy w największym stopniu od temperatury odlewania. Pozostałe dwa czynniki: szybkość napełniania i temperatura wlewnicy zdają się wywierać mniejszy wpływ na długość kryształów skośnych o ile nie są granicznymi. Wpływ tych czynników na ścisłość odlewu i wygląd powierzchni zdaje się być większy, jak to wynika z protokółów obserwacyjnych.

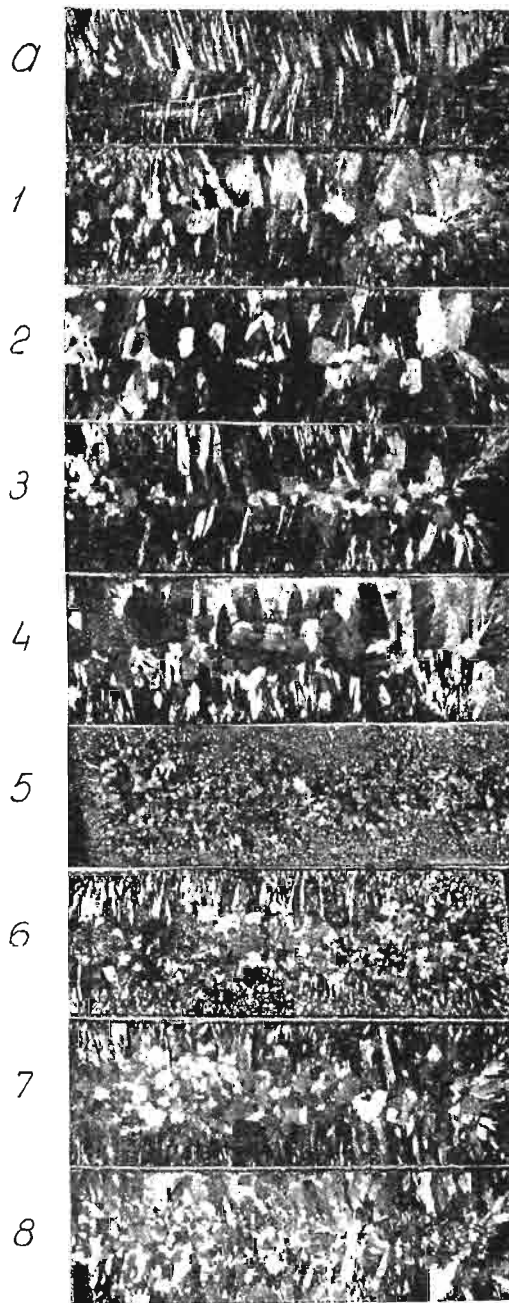
Ścisłość odlanej płyty zależy w znacznym stopniu od szybkości napełniania wlewnicy: im mniejsza jest ta szybkość, tem mniejsze są szczeliny usadowe i porowatość. Jednakże zbyt wysoka temperatura (powyżej 1100°C) oraz za niska temperatura (poniżej 1060°C) pogarszają ścisłość, gdyż w pierwszym wypadku wzrastają szczeliny skurczowe, a w drugim wzrasta porowatość spowodowana inkluzją gazów. W tym samym kierunku polepszania ścisłości bloka działa i podwyższanie temperatury wlewnicy (powyżej 200°C). Dla uzy-



Rys. 8. Wpływ materiału wlewnicy na jakość odlewów.

skania więc możliwie najściślej bloków należy stosować możliwie małą szybkość napełniania przy dostatecznie wysokich temperaturach odlewania i wlewnicy.

Dobry wygląd powierzchni płyty zależy zarówno od temperatury odlewania, jak i temperatury wlewnicy i szybkości napełniania. Podwyższanie temperatury odlewania do pewnej granicy poprawia wygląd zewnętrzny. Temperatura wlewnicy winna być wyższą od 100°C, gdyż inaczej pozostałe w smarze ślady wilgoci spowodują gotowanie odlewu i popsuć powierzchnię. Temperatury wlewnicy wyższe od



Rys. 9. Wpływ smarowania kokili na jakość odlewów.

a — wlewnica nie smarowana; 1 — cienka warstwa smaru normalnego; 2 — katalonja; temp. odl. 1120°C, temp. wlewnicy 140°C, 13 mm/sek; 3 — okopcona; temp. odl. 1100°C, temp. wlewnicy 109°C, 12 mm/sek; 4 — nafta; temp. odl. 1100°C, temp. wlewnicy 105°C, 12 mm/sek; 5 — gruba warstwa smaru normalnego; 6 — olej nafta, sadza, salniak; temp. odl. 1100°C, temp. wlewnicy 105°C, 12 mm/sek; 7 — olej, nafta, grafit, temp. odl. 1120°C, temp. wlewnicy 140°C, 13 mm/sek; 8 — pokost; temp. odl. 1100°C, temp. wlewnicy 109°C, 12 mm/sek,

200—250°C pogarszają wygląd płyty, gdyż pojawiają się na powierzchni zagłębienia — otworki, tak zwane zasasy. Gdy szybkość napełniania jest zbyt wysoka, powoduje falistość powierzchni, co nie

jest wadą zbyt wielką. Przy małej szybkości napełniania powierzchnia nie jest gładka, lecz pokryta „kluseczkami” i t. p. nierównościami. Średnie szybkości napełniania (35—21 mm/sek) dają powierzchnie względnie gładkie i czyste, o ile temperatura odlewania jest dostatecznie wysoka; nawet przy szybkości napełniania 13 mm/sek można otrzymać płyty o dobrym wyglądzie zewnętrznym, o ile dobierze się odpowiednie temperatury odlewania i wlewnicy oraz odpowiedni smar.

Poza temi głównymi badaniami przeprowadziliśmy jeszcze dodatkowe próby, mające na celu wyświetlenia wpływu niektórych innych czynników, wpływających na krzepnięcie i strukturę płyt.

Grubość ścianek wlewnicy nie mogła być przez nas zmieniana. Mielśmy do dyspozycji tylko naszą normalną wlewnicę i wlewnicę o grubości ścianek i słupa mniej więcej i połowę mniejszą.

Płyta odlana w tę cieńszą kokilę wykazała taką samą budowę, jak odlana w normalną. A więc zmniejszenie grubości ścianek o połowę nie wpływa jeszcze na zmianę budowy.

Przekrój wlewka mogliśmy zmienić tylko w ten sposób, że zastosowano jedną z przykryw dwukrotnie głębszą od normalnej (70 mm zamiast 35 mm). Kryształki skrośne były w grubszej płycie krótsze (8 mm), niż w płycie normalnej (11 mm). Te kryształki skrośne były w grubszej płycie grubsze, niż w cienkiej. Stosunek ilości kryształów skrośnych do kryształów wolnych był mniejszy w grubszej płycie, niż w cieńszej.

Wpływ materiału wlewnicy, jak wiadomo, jest bardzo znaczny. Na rys. 8 podajemy fotografie kilku płyt odlanych w rozmaite formy przy mniej więcej jednakowych warunkach. Wybitny wpływ miedzi i piasku występuje wyraźnie na tych fotografiach.

Na wygląd zewnętrzny i na strukturę posiada wpływ również i rodzaj smaru, używanego do pokrywania wlewnic w celu ochrania ich powierzchni oraz wytwarzania atmosfery nieutleniającej wewnątrz wlewnicy. Dla zorientowania się i w tym kierunku wykonano kilka doświadczeń.

Rysunek 9 ilustruje te próby. Jak widać odlew w niesmarowaną wlewnicę (a) wykazuje prawie wyłącznie krystalizację skrośną cienkich kryształów, cienko posmarowana wlewnica (1) wykazuje również prawie wyłącznie skrośną budowę, lecz kryształki są grube, grubo posmarowana wlewnica (5) daje płytę prawie wolną od kryształów skrośnych. Inne smary, stosowane przez nas, można rozbić na dwie grupy: smary, które w mniejszym stopniu wpływają na krystalizację skrośną i wobec tego dają płyty o budowie typu skrośnego (2, 3 i 4) oraz smary, które wpływają hamująco na rozwój struktury skrośnej (6, 7 i 8). Do pierwszej kategorii smarów należą takie, które nie wydzielają gazów przy wyższych temperaturach, zaś do drugiej takie, które przy wyższych temperaturach wydzielają ciężkie węglowodory. Należy jednak zwrócić uwagę, że smary tej drugiej grupy pogarszają ścisłość odlewów (inkluzyje gazowe), ale poprawiają wygląd zewnętrzny płyt.

Powyzsze badania wykazują, że poszczególne czynniki bardzo często przeciwdziałają sobie i wo-

bec tego odlewanie płyt mosiężnych stanowi pewien kompromis. Należy więc odlewać przy dostatecznie wysokiej temperaturze — dla zabezpieczenia dobrej powierzchni, szybkość napełniania stosować niezbyt wysoką — dla zapewnienia ścisłości odlewu — lecz dostatecznie dużą — dla przeciwdziałania krystalizacji skrośnej, wlewnice nagrzewać powyżej 100°, lecz nie wyżej ok. 200°C — gdyż daje to optymalne wyniki co do wyglądu i ścisłości płyt i wreszcie stosować takie smary, które, przeciwdziałając w maksymalnym stopniu transkrystalizacji (poza ochroną przed utlenianiem), dają najmniejsze ilości pęcherzy gazowych (przeciwdziałając temu zjawisku podwyższeniem temperatury odlewania).

Mamy nadzieję, że badania nasze, pomimo że nie wyczerpujące, podają pewne wytyczne, które możemy się kierować odlewnik płyt mosiężnych przeznaczonych do walcowania.

Praca niniejsza została wykonana w odlewni Zakładów „Norblin, B-cia Buch i T. Werner” w Głównie z inicjatywy Naczelnego Dyrektora tych Zakładów, inż. W. Domańskiego, i stanowi część „Prac nad Mosiędzami”, wykonywanych przez Zakład Metalografii Akademii Górniczej w Krakowie, jako placówki Instytutu Metalurgii i Metaloznawstwa w Warszawie.

Na zakończenie uważamy za nasz miły obowiązek podziękować wszystkim tym, którzy przyczynili się do wykonania tej pracy, a w pierwszym rzędzie Dyrekcji Zakładów „Norblin” w osobie inż. W. Domańskiego i inż. Strzembosza. Specjalnie chcielibyśmy wyrazić jeszcze naszą wdzięczność Dr. E. Kamińskiemu — Kierownikowi Zakładu Badawczego tych Zakładów za pomoc i wskazówki, udzielane podczas wykonywania pracy.

B. Wpływ krystalizacji skrośnej płyt CuZn33 na ich własności mechaniczne i przeróbkę przez walcowanie na gorąco i zimno¹⁾.

Te same płyty, które zostały odlane podczas badań nad wpływem warunków odlewania na krystalizację skrośną, poddaliśmy walcowaniu na gorąco i na zimno.

Własności mechaniczne różnią się bardzo znacznie zależnie od miejsca pobrania próbek i rodzaju kryształów, objętych próbą. Dla umożliwienia porównywania wyników wycięto szereg próbek w ten sposób, aby były objęte tylko pewnego rodzaju kryształki. Wyniki tych prób są zebrane w tabeli.

Jak widać, nawet przy takim doborze próbek i po wyeliminowaniu próbek, które wykazały wady na złomie, rozsiew jest bardzo znaczny. Ogólnie można tylko powiedzieć, że materiał gruboziarnisty o kryształach skrośnych ma najgorsze własności mechaniczne, poczem następuje — gruboziarnisty równoosiowy, potem skrośny drobnokrystaliczny, a najlepsze wyniki daje — równoosiowy drobnokrystaliczny.

¹⁾ Praca niniejsza jest uzupełnieniem pracy nad wpływem warunków odlewania na krystalizację skrośną płyt z CuZn33, odlanych w żeliwnych kokilach. Stanowi więc ona również i część składową „Prac nad mosiędzami”.

Walcowanie na gorąco. Walcowanie mosiądzów α na gorąco stało się możliwe dopiero wówczas, gdy do wyrobu mosiądzów zastosowano najczystsze metale wyjściowe (miedź elektrolityczna i cynk), gdyż nawet bardzo nieznaczne ilości np. ołowiu uniemożliwiają taką przeróbkę mosiądzów.

W zależności od temperatury walcowania struktura bloku zmienia się dość znacznie, jak to widać na fotografiach 1—4 na rys. 1. Po zwalcowaniu przy niższej temperaturze (około 600°C) o 25% struktura mało się różni od struktury odlanej płyty i dopiero po wyżarzeniu w temp. 650°C przez 6 godz. nastąpiło rozbicie ziarn, lecz pewien odbłysk struktury odlewu jeszcze się daje zauważyć. Płyta zwalcowana o taki sam %, lecz w temperaturze wyższej (800°C) wykazuje już po zwalcowaniu znaczne rozdrobnienie ziarn i zanik struktury odlewniczej, a po wyżarzeniu w takich samych warunkach, jak poprzednio, nie wykazuje większych zmian.

Podczas gorącego walcowania mosiądzu powstają często wady 2-ch typów: 1 — rysy pod postacią drobnej siateczki i 2 — głębokie naderwania brzegowe. Przyczyny powstawania wad pierwszego typu nie są jeszcze ustalone, zaś wady drugiego typu powstają wskutek niewłaściwych warunków walcowania i struktury odlanego bloku.

Wielkość tych naderwań wzrasta ze wzrostem stopnia zwalcowania (już poniżej 20% wzwzł). Temperatura walcowania ma tutaj bardzo duże znaczenie: zarówno przy temperaturze zbyt wysokiej, jak i przy zbyt niskiej ilość pęknięć wzrasta. Zakres temperatur „bezpiecznych” znajduje się pomiędzy 670 a 800°C. Przy niższych temperaturach zbliżamy się do zakresu kruchości na gorąco, przy wyższych — zbliżamy się do temperatur topienia, gdy stopy stają się przeważnie kruche. Dla zorientowania się o wpływie budowy na to zjawisko przewalcowano około 120 bloków o rozmaitej strukturze i obserwowano brzegi otrzymanych blach po zwalcowaniu o 70%. W tabeli 2 są zestawione wyniki krańcowe dla bloków (do 5) o wybitnie skośnej budowie i budowie drobnej (długość skośnych kryształów ok. 11 mm, średn. małych ok. 1 mm).

Jak wynika z tego zestawienia i pozostałych obserwacji, zbyt wysokie temperatury walcowania są również niebezpieczne dla obydwu rodzajów bloków. Średnie zakresy temperatur walcowania dają lepsze wyniki w wypadku równoosiowych kryształów, a przy niskich temperaturach zachowanie się bloków o strukturze skośnej jest wybitnie gorsze.

Pozatem należy zauważyć, że naderwania płyt o budowie równoosiowej są mniej głębokie, niż płyt o budowie skośnej, przyczem naderwania od strony słupa wlewnicy są silniejsze.

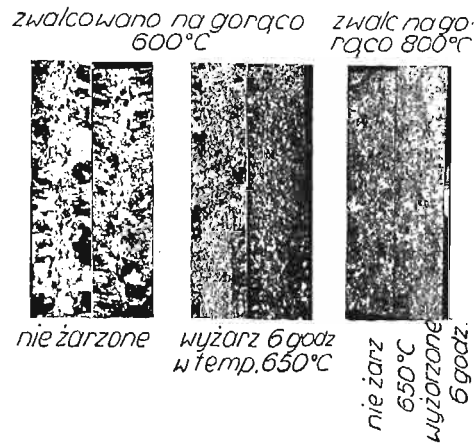
Bloki o strukturze iglasto-skośnej wykazują przeważnie mniejsze naderwania, niż bloki o grubych kryształach skośnych.

Sposób walcowania (ilość przepustów) nie odgrywa roli, jak to stwierdziły nasze próby.

Stopień przeróbki ma znaczny wpływ nie tylko na usunięcie struktury odlewniczej ale również i na

własności mechaniczne uzyskane na końcu, jak to wynika z poniższej tabeli 3.

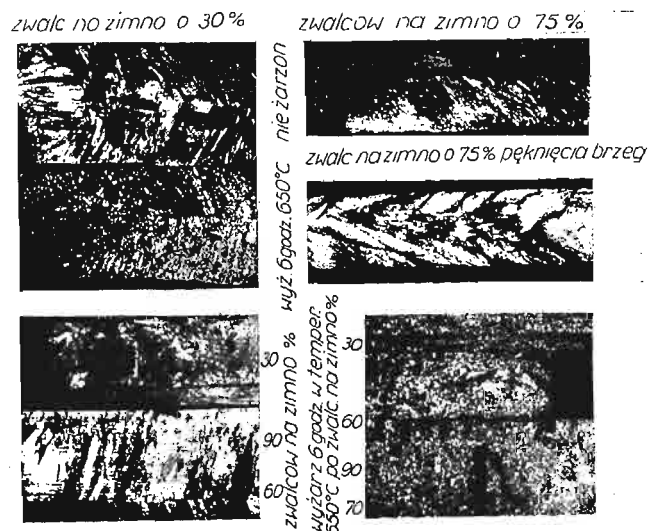
Jak z tego zestawienia wynika, przy małym stopniu przeróbki struktura pierwotna daje się jeszcze zauważyć (niższe wyniki dla blach o strukturze skośnej i większy rozsiew wyników). Przy 75% zwalcowania zarówno struktura, jak i własności mechaniczne, stają się niezależne od pierwotnej budowy.



Rys. 1. Zmiany struktury bloku w zależności od temperatury walcowania.

Należy dodać, że dość znaczny rozsiew własności mechanicznych jest spowodowany nie tylko pewną niejednorodnością bloków, ale również i końcową temperaturą walcowania. Gdy ta końcowa temperatura walcowania jest wyższa, to otrzymujemy materiał o grubszym ziarnie (średnica ziarn rzędu 60—100 μ), niż gdy ta temperatura jest niższa (średnica ziarn rzędu 40—60 μ).

Przy pośrednich stopniach przeróbki własności mechaniczne są pośrednie pomiędzy podanymi skrajnymi.



Rys. 2. Zmiany struktury pod wpływem zwalcowania na zimno i następnego wyżarzenia.

Walcowanie na zimno. Podczas gdy przy walcowaniu na gorąco jednocześnie ze zgniotem następuje rekrystalizacja i wobec tego własności mechaniczne różnią się niezbyt znacznie, jak to widać z tabeli 3, to przy walcowaniu na zimno — w temperaturach normalnych — następuje tylko

TABELA 1.

Rodzaj kryształów i wymiary	A_{10}	R_r	H_B	U w a g i
Skośne, grubość 5 — 8 mm	28	17,7	51	Próbki po zerwaniu bardzo chropowate z powodu gruboziarnistości. Przekrój po zerwaniu eliptyczny.
„ „ 6 — 8 „	27	18,4	54	
„ „ 6 — 8 „	31	21,3	53	
„ „ 5 — 7 „	29	19,7	53	
„ „ 4 — 10 „	40	20,9	54	
„ „ średnio	31	19,6	53	
Skośne, grubość 2 — 4 mm	56	27,1	64	
„ „ 1 — 2 „	52	25,3	50	
„ „ 1 — 3 „	41	23,1	56	
„ „ 1 — 3 „	41	23,6	63	
„ „ średnio	47,5	24,8	58	
Równoosiowe \varnothing 3 — 5 mm	29	22,4	58	Próbki po zerwaniu bardzo chropowate.
„ „ 3 — 5 „	35	19,8	54	
„ „ 3 — 5 „	33	19,9	55	
„ „ średnio	32	20,7	56	
Równoosiowe \varnothing 0,5 — 2 mm	38	22,0	65	
„ „ 0,5 — 2 „	40	24,8	58	
„ „ 0,5 — 2 „	48	26,7	60	
„ „ 0,5 — 2 „	51	28,5	62	
„ „ 0,5 — 2 „	62	28,4	57	
„ „ średnio	47,8	24,8	60	

TABELA 2.

oznaczenie: d. nad. — duże naderwania, m. nad. — małe naderwania, gł. — gładkie

	Z a k r e s y t e m p e r a t u r w a ł c o w a n i a w °C											
	860 — 820			800 — 770			780 — 620			650 — 600		
Kryształy skośne	d. nad.	m. nad.	gł.	d. nad.	m. nad.	gł.	m. nad.	gł.	d. nad.	m. nad.	gł.	
	d. nad.				m. nad.	gł.	m. nad.	gł.	d. nad.			
	d. nad.							gł.	d. nad.			
kryształy równoosiowe	d. nad.	m. nad.	gł.		m. nad.	gł.	m. nad.	gł.	d. nad.	m. nad.	gł.	
	d. nad.				m. nad.	gł.		gł.			gł.	
	d. nad.					gł.		gł.			gł.	

TABELA 3.

	Stopień zwalcowania 25%						Stopień zwalcowania 75%					
	A min.	R min.	H_B min.	A maks.	R maks.	H_B maks.	A min.	R min.	H_B min.	A maks.	R maks.	H_B maks.
a	56,2	29,2	52	62,8	30,6	60	56,2	32,4	70	60,1	37,2	80
	59,4	28,2	55				57,7	33,5	74			
b	45,5	26,8	50	53,6	28,8	62	52,7	32,3	71	60,0	33,4	80
	53,1	27,5	55				57,2	33,2	74			

U w a g a: a) — bloki o drobnych kryształach równoosiowych, b) — bloki o długich i grubych kryształach skośnych. Probki na rozzerwanie płaskie, o wymiarach: sze-

rokość 10 mm, grubość 20, względnie 9 mm (25, względnie 75% zwalcowania), długość pomiarowa 110 mm. Temp. walcowania płyt rozmaite, w granicach 650 do 800° C.

umocnienie i wobec tego ze zmianą stopnia zwalcowania własności mechaniczne będą się zmieniały wybitnie, jak to widać z tabeli 4. W tabeli tej podajemy stopniową zmianę własności mechanicznych i końcową strukturę odpowiednich płyt (dane dla własności mechanicznych zaokrąglono do liczb całkowitych).

coraz bardziej w materiał i powodują znaczne straty materiału, gdyż brzegi te należy obcinać. Dla materiałów drobnoziarnistych naderwania tego rodzaju występują dopiero przy znacznie wyższych stopniach zwalcowania (70—80%).

Walcowanie na gorąco i na zimno. Ze względów ekonomicznych wygodniej jest wal-

TABELA 4.

	wł. mech. odl.			% zwalc.	wł. mech. zwalc.			wł. mech. wyż.			Struktura po wyżarzeniu
	A	R	H _B		A	R	H _B	A	R	H _B	
grube kryształy skrośne	29	19	54	10	16	26	87	45	24	58	Kr. skr. częściowo zachowane ϕ do 7 mm
	30	20	54	20	13	33	105	56	28	60	„ „ ślady. ϕ do 4 mm
	28	19	53	30	9	42	136	56	31	62	„ „ „ „ „ 2 „
	31	21	55	40	7	50	153	58	32	64	„ „ „ „ „ 2 „
	29	20	54	50	4	55	171	59	33	68	Struktura jeszcze niejednorodna, ϕ do 1 mm
	28	19	53	60	—	—	180	55	33	68	Drobne ziarna ϕ 0,1 — 0,5 mm
	28	20	54	70	—	—	184	54	35	70	„ „ „ 0,01 — 0,09 „
małe kryształy równoosiowe	44	25	58	10	35	32	94	60	29	65	Drobne ziarna ϕ 0,1 — 0,8 mm
	45	27	59	20	23	38	109	58	32	66	„ „ „ 0,1 — 0,3 „
	43	25	58	30	12	44	139	56	34	68	„ „ „ 0,06 — 0,09 „
	39	27	57	40	8	48	145	57	34	67	„ „ „ 0,06 — 0,08 „
	44	28	60	50	7	55	168	60	35	69	„ „ „ 0,06 — 0,08 „
	42	28	62	60	5	59	178	56	35	69	„ „ „ 0,05 — 0,07 „
	45	26	59	70	—	—	186	55	35	71	„ „ „ 0,05 — 0,07 „

Jak z tej tabeli widać, własności mechaniczne płyt o budowie skrośnej są niższe, niż płyt o budowie równoosiowej drobnej. Przy niskich stopniach zwalcowania (do ok. 40%) własności mechaniczne bloków skrośnych pozostają niższe, od 40% wzwyż własności mechaniczne tych bloków są trochę wyższe, niż bloków drobnoziarnistych. Po wyżarzeniu blachy z bloków drobnoziarnistych wykazują prawie jednakowe własności, o ile były zwalcowane o 30% i więcej, zaś blachy z bloków o budowie skrośnej, wykazując zbliżone własności mechaniczne — różnią się pomiędzy sobą. Przyczyny tego należy szukać w rozmaitej wielkości ziarn wyjściowych i związanym z tem odmiennym przebiegiem rekrytalizacji, jak to stwierdzone zostało w II Części „Prac nad Mosiadzami” i jak to wynika z pracy niniejszej. Widzimy bowiem, że dopiero po zwalcowaniu o 70% materiału gruboziarnistego otrzymuje się po rekrytalizacji ziarna tego samego rzędu wielkości, co dla materiału drobnoziarnistego.

Na rys. 2 pokazane jest kilka fotografii zmian budowy pod wpływem zwalcowania na zimno i następnego wyżarzania (odnośne dane są umieszczone na planszy).

Przy walcowaniu na zimno występują naderwania brzegowe, analogicznie jak przy walcowaniu na gorąco. Przyczyny tych naderwań są zapewne te same: powierzchnie małej wytrzymałości przy zetknięciu się kryształów skrośnych. Stwierdzono bowiem, że naderwania te przebiegają wzdłuż granic kryształów skrośnych, jak to widać na fotografiach na rys. 2. Ze wzrostem stopnia zwalcowania (od 40%) naderwania te zagłębiają się

coraz bardziej, lecz jest to możliwe tylko dla grubszych blach. Dlatego stosuje się w przemyśle najprzód gorące walcowanie, a potem zimne na ostateczną grubość.

Zwalcowano w ten sposób 3 serie:

A — Gorące walcowanie z 32 na 9 mm — stopień przeróbki 72%;
 Zimne walcowanie z 9 na 5,4 mm — stopień przeróbki 40%;
 Wyżarzanie: 3 godz. z 520° do 650°C i 5 godz. w temp. 650°C;
 Zimne walcowanie z 5,4 na 3,4 mm — stopień przeróbki 37%;
 Wyżarzanie: 2,5 godz. z 520° do 580°C i 3 godz. w temp. 580°C.

Ogólny stopień przeróbki 87%.

B — Gorące walcowanie z 32 na 23 mm — stopień przeróbki 30%;
 Zimne walcowanie z 23 na 14 mm — stopień przeróbki 45%;
 Wyżarzanie: 3 godz. z 500 na 580°C i potem 3 godz. w temp. 650°C;
 Zimne walcowanie z 14 na 10,5 mm — stopień przeróbki 25%;
 Wyżarzanie, jak wyżej.

Ogólny stopień przeróbki 70%.

C — Gorące walcowanie z 32 na 26 mm — stopień przeróbki 19%;
 Zimne walcowanie z 26 na 20 mm — stopień przeróbki 23%;
 Wyżarzanie: 3 godz. z 500 na 580°C i następnie 3 godz. w temp. 650°C;
 Zimne walcowanie z 20 na 16 mm — stopień przeróbki 20%;
 Wyżarzanie, jak wyżej.

Ogólny stopień przeróbki 50%.

Tabela 5 podaje minimalne, maksymalne i średnie wartości własności mechanicznych oraz średnicę ziarn.

o strukturze skrośnej i „równoosiowej” wykazały, że dla usunięcia wpływu struktury odlewniczej należy stosować wyższy stopień przeróbki w wypad-

T A B E L A 5.

Własność	Serja A				Serja B				Serja C				Uwagi
	A %	R	H	∅ mm	A %	R	H	∅ mm	A %	R	H	∅ mm	
min.	51,0	34,5	71	0,03	57,0	30,9	57	0,07	60,0	30,2	51	0,05	budowa skrośna
maks.	56,0	35,2	80	0,05	65,0	31,9	61	0,11	63,0	31,2	57	0,20	
średn.	53,7	34,9	76		61,1	31,6	59		61,5	30,6	54		
min.	50,0	34,2	64	0,03	59,0	31,2	57	0,06	57,0	30,4	54	0,05	budowa drobna
maks.	58,0	35,3	82	0,05	93,0	32,6	62	0,10	54,0	31,8	60	0,15	
średn.	53,7	34,9	73		60,9	31,6	59		61,0	31,2	56		

Jak z tej tabeli wynika, jeszcze po 50% przeróbce odczuwa się wpływ struktury odlewniczej zarówno na własności mechaniczne, jak i na wielkość ziarn — pomimo dwukrotnego wyżarzania i rekrytalizacji (serja C). O ile przeróbka przekroczy te 50%, to wpływ pierwotnej struktury odlewniczej zanika.

Przeprowadzone próby walcowania bloków

ku bloków o strukturze skrośnej, zarówno przy walcowaniu na gorąco jak i na zimno.

Zachowanie się bloków o strukturze skrośnej jest ogólnie biorąc gorsze, niż bloków o strukturze „równoosiowej”.

Walcowanie na gorąco bloków o strukturze skrośnej następuje więcej trudności, niż walcowanie na zimno.

Inż. E. PERCHOROWICZ

669.-147.001

Badania nad lejnością metali czystych i stopów podwójnych

Metody, któremi posługujemy się obecnie przy badaniach różnych własności metali i stopów nie dają jeszcze możliwości zupełnego scharakteryzowania danego materiału i określenia wszystkich cech, które są potrzebne dla metalurga, względnie odlewnika i konstruktora. Z tego powodu jesteśmy obecnie świadkami nie tylko udoskonalenia już stosowanych metod, lecz również i wyszukiwania coraz nowszych i doskonalszych sposobów badania. Szczególnie mało danych praktycznych dają odlewnikowi obecne metody odnośnie własności technologicznych i odlewniczych stopów, podczas gdy dział badań własności mechanicznych i fizycznych jest opracowany, bardzo dokładnie. Złożyły się na to specyficzne i trudne warunki, w jakich trzeba przeprowadzać powyższe badania, wobec czego, pomimo oddawna już rozpoczętych prac nad metodami badania odlewniczych własności metali i stopów, niewiele zostało zrobione do ostatnich paru lat. Niejaki postęp w tym kierunku daje się zauważyć dopiero w ostatnich czasach i można mieć nadzieję, że w najbliższych latach badanie własności odlewniczych stopów będzie tak samo niezbędne w odlewni, jak obecnie badanie własności wytrzymałościowych, czy też składu chemicznego.

Podstawową cechą stopów odlewniczych, która najczęściej interesuje odlewnika jest t. zw. lejność. Pod tą nazwą rozumiemy zdolność metalu w stanie ciekłym do wypełniania formy. Ostatnio dr. *Irmann* wprowadza do powyższej definicji zasadnicze zmia-

ny. Zdolność metalu w stanie ciekłym do wypełniania formy określa on jako płynność, natomiast pod lejnością rozumie on zdolność metalu do wypełniania formy i otrzymania odlewów zdrowych, bez jam usadowych, naprężeń, oraz o wysokich i jednolitych własnościach.

Zachowujemy jednak definicję lejności w tem brzmieniu w jakim określana była przed poprawką dr. *Irmann'a*.

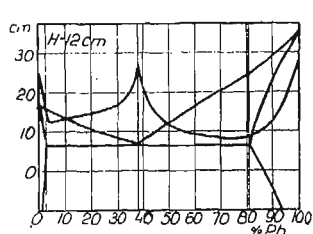
Nad badaniami lejności i metodami jej określenia pracował cały szereg wybitnych uczonych i metalurgów. Pierwsze badania wykonane były w r. 1898 przez *T. D. Westa*. Pracowali nad tem zagadnieniem *Ledebur* (1904), *A. H. Sexton* i *J. S. G. Primerosse* (1911), *Moldenke* (1917), *P. Oberhoffer* i *A. Wimmer* (1925), *L. Guillet* i *A. Portevin* (1926), prof. *J. Czochralski* (1927), *R. Berger* oraz wielu innych. Od roku 1935 systematyczne badania nad lejnością zostały podjęte w Zakładzie Odlewnictwa Politechniki Warszawskiej pod kierownictwem inż. *K. Gierdziejewskiego*. Wyniki powyższych badań w streszczeniu są przedmiotem powyższego referatu.

Badanie lejności jest utrudnione z tego powodu, że do niedawna nie było ogólnie przyjętej metody jej określania; przyjęta zaś obecnie metoda odlewania próbki, w postaci spirali o przekroju trapezowym, do formy kokilowej ze zbiornikiem wypływowym, znajdującym się w dolnej części formy, oraz ze zbiornikiem zasilającym u góry, zaproponowana przez *L. Guillet'a* i *A. Portevin'a* również nasuwa szereg zastrzeżeń. Należy nadmienić, iż pierwotnie

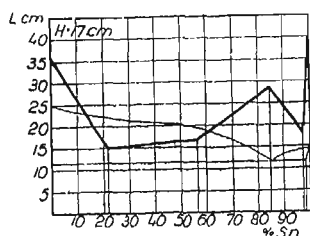
badano lejność odlewając próbki w postaci klinów lub wałków do form piaskowych, następnie zmieniając kształt próbki na spiralny, pozostawiając formę piaskową. Ostatnio dopiero, po szeregu systematycznych badań, wprowadzono formę kokilową, podanego wyżej kształtu, przy której stosunkowo najłatwiej utrzymać stałe warunki badania, konieczne przy pomiarach lejności. Lejność bowiem zależy od całego szeregu rozmaitych czynników, które decydują o osiągniętych wynikach. Do głównych należy zaliczyć:

1. Wpływ składu chemicznego.

Rys. 1 i 2 obrazują zależność lejności od składu chemicznego stopów cyna-ołów i cyna-cynk. Jak widać z powyższych wykresów, największą lejność posiadają metale czyste i stopy o składzie eutektycznym, minimum zaś przypada roztworom stałym. Szczególnie niską lejnością odznaczają się stopy,



Rys. 1.



Rys. 2.

których zakres krzepnięcia jest bardzo szeroki, t. zn. stopy, w których odległość liquidusa od solidusa jest znaczna. Jako przykład mogą służyć stopy ołowiu z cyną o zawartości ołowiu 70—80%.

Różnice długości spiralek dla tego samego metalu (np. cyny), jak to widzimy na wykresach, powstały stąd, iż każda serja odlewów wykonywana była przy innej wysokości lania. Lejność stopów o składzie chemicznym, odpowiadającym związkom chemicznym jest wysoka, jak wykazały badania Bastien'a i Portevin'a. Badacze ci ustalili również, iż lejność stopów o składzie chemicznym, odpowiadającym eutektykom potrójnym jest lepsza od lejności eutektyk podwójnych. Pewne, nieznaczne nawet, dodatki stopowe do danego materiału mogą znacznie wpłynąć na jego lejność. Naprzykład, przez dodanie antymonu do antycorodalu w ilości 0,2% — długość spirali zwiększa się, przy zachowaniu tych samych warunków lania z 380 mm do 650 mm (wg Zeerledera i Irmanna). Podobnie działają dodatki Ni, Mn i inne na lejność siluminu; dodatek aluminium w nieznacznych ilościach podnosi lejność żeliwa i t. d.

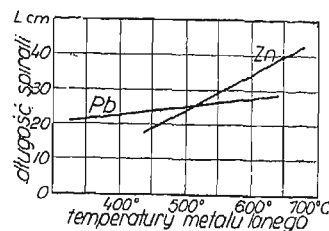
Jak widać z powyższych danych, lejność jest w znacznym stopniu uzależniona od przebiegu krystalizacji stopów.

2. Wpływ temperatury lania metalu.

Lejność wzrasta proporcjonalnie do temperatury odlewanej metalu, jak to podaje rys. 3, odnoszący się do czystego cynku i ołowiu. Kąt pochylenia prostej jest cechą charakterystyczną dla danego metalu, czy stopu.

3. Wpływ ciśnienia statycznego i dynamicznego metalu.

Wpływ ciśnienia statycznego i dynamicznego jest znaczny i wraz z jego wzrostem lejność zwiększa się bardzo szybko. Naprzykład dla czystego cynku dłu-



Rys. 3.

gość spirali przy wysokości lania 170 mm przy temp. 520° C — wynosi 363 mm, w tych samych zaś warunkach, lecz przy wysokości 150 mm — już tylko około 270 mm. Dla temperatury 470° C odpowiednie liczby wynoszą 230 i 200 mm.

4. Wpływ temperatury formy.

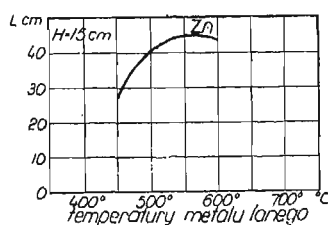
Ze wzrostem temperatury formy lejność wzrasta, osiągając wartość nieskończenie wielką, gdy temperatura formy równa się temperaturze krzepnięcia metalu.

5. Wpływ stanu powierzchni formy.

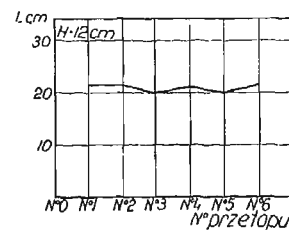
Stan powierzchni formy wpływa bardzo znacznie na długość otrzymanych spiralek. Pokrycie formy substancją izolującą metal, a przez to sprzyjającą mniej szybkiemu jego ostudzeniu (np. sadzą) wybitnie powiększa długość spiralek, dokładne zaś oczyszczenie powierzchni — odwrotnie — powoduje zmniejszenie ich długości.

6. Wpływ kolejnych przetopów.

Wpływ wielokrotnych przetopów jest właściwie uzależniony od sposobu wykonania tych przetopów. Jeżeli przetapiany metal ulegnie utlenieniu — lejność się zmniejsza, jeżeli zaś będzie odpowiednio chroniony przed utlenieniem — lejność zmianie nie ulega. Widać to na rys. 4, gdzie kilkakrotne przetapianie cynku spowodowało obniżenie lejności, pomimo nawet podniesionej temperatury lania; wpływu wielokrotnego przetapiania na lejność stopu o zawartości 62,8% Sn i 37,2% Pb, stwierdzić nie można, jak widać z rys. 5.



Rys. 4.



Rys. 5.

7. Wpływ kształtu formy, sposobu jej zasilania i odpowietrzania, oraz materiału, z jakiego forma jest wykonana — jest bardzo znaczny. Sprawa ta jest zbyt skomplikowana, aby mogła być przedstawiona w niniejszym artykule i z tego względu poruszać jej

nie będą. Nadmienię tylko, że jak wykazały badania *Bastien'a*, lejność siluminu i magnezu zmniejsza się ze wzrostem ilości różnych dodatków do piasku — przez nich wypróbowanych; również maleje ona ze wzrostem zawartości składników lotnych, zawartych w piasku; zależność lejności od wilgotności piasku wykazuje (wg *Widina* i *Girszowicza*) wzrost lejności do pewnej granicznej zawartości wilgoci, poczem następuje raptowny spadek; taką samą zależność stwierdzili autorzy w stosunku do spoistości piasku.

Pierwsze próby teoretycznego ujęcia praw lejności podjęli *Bastien*, *Portevin*, później uzupełnił je *Courthy*. Lejność jest praktycznie prostą funkcją stopnia przegrzania ($O-F$), przyczem O jest temperaturą odlewanej metalu, zaś F temperaturą jego krzepnięcia. Długość spirali, którą oznaczamy l , zmienia się proporcjonalnie do średniej temperatury kokili θ_m i odwrotnie proporcjonalnie do $F-\theta$, gdzie θ jest początkową temperaturą kokili. Możemy więc oznaczyć, że

$$l = K \frac{\theta_m}{F-\theta} \quad (I)$$

gdzie K jest współczynnikiem proporcjonalności.

Średnia temperatura kokili (θ_m) wzrasta ze wzrostem $O-F$ i to tem więcej, im większe jest ciepło właściwe metalu, które oznaczamy przez c , i jego gęstość (d); θ_m wzrasta również w zależności od ciepła utajonego krzepnięcia (L). Możemy więc wzór (I) przedstawić w postaci:

$$l = K \cdot d \cdot \frac{c \cdot (O-F) + L}{F-\theta}, \text{ albo}$$

$$l = \alpha \frac{c \cdot d \cdot (O-F)}{F-\theta} + \beta \frac{L \cdot d}{F-\theta}.$$

Współczynniki α i β zależą od rodzaju i wymiarów formy, warunków lania (wysokość lania, sposób zalania) a także od lepkości metalu.

Na podstawie powyższego wzoru można stwierdzić, że:

1) krzywa l jako $f(\theta)$ jest hyperbolą równoboczną i

2) krzywa $l=f(O-F)$ jest linią prostą, której pochyczenie zależy od ciepła właściwego metalu płynnego $\left(\alpha \frac{cd}{F-\theta}\right)$, zaś współrzędne od ciepła utajonego krzepnięcia $\left(\beta \frac{L \cdot d}{F-\theta}\right)$.

Na podstawie rozważań teoretycznych nad zjawiskiem lejności, opartych na przeprowadzonych doświadczeniach, doszliśmy do wniosku, że lejność można ująć jako stosunek energii zużytej na pokonanie oporów zewnętrznych do ilości energii posiadanej przez metal płynny w chwili odlewu. Jeżeli oznaczamy lejność przez C , energię zużyta na pokonanie oporów zewnętrznych jako E_z , zaś energię całkowitą jako E możemy napisać:

$$C = \frac{E_z}{E} \quad (II)$$

Energja całkowita składa się z sumy energii ciep-

nej (Q), zawartej w metalu płynnym, oraz energii (A) ciśnienia słupa metalu.

$$E = Q + A = E_z + E_w \quad (III)$$

przyczem E_w oznacza energję zużyta na pokonanie oporów wewnętrznych metalu.

Przystąpimy obecnie do ustalenia każdej z tych wielkości

$$I. \quad Q = V \cdot d \cdot [c \cdot (O - \theta_m) + L], \text{ gdzie}$$

Q — ciepło zawarte w metalu płynnym,

V — objętość metalu,

d — gęstość metalu,

c — ciepło właściwe,

O — temperatura metalu płynnego

θ_m — średnia temperatura kokili = $\frac{\theta_{\max} - \theta_0}{2}$

L — utajone ciepło krzepnięcia.

$$II. \text{ Energja ciśnienia słupa metalu } A$$

$$A = G \cdot \left(H + \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} \right), \text{ gdzie}$$

H — wysokość lania,

P — ciśnienie,

γ — ciężar właściwy,

v — prędkość przepływu,

g — przyspieszenie ziemskie,

G — masa metalu.

III. Energja zużyta na pokonanie oporów wewnętrznych E_w .

$$E_w = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

T_1 — opór spowodowany lepkością metalu,

T_2 — opór na skutek burzliwego ruchu cieczy,

T_3 — opór spowodowany krystalizacją metalu,

T_4 — opór występujący wskutek własności elektromagnetycznych metalu.

$$T_1 = \eta \frac{\mu}{\tau}, \text{ gdzie}$$

η — współczynnik lepkości cm^2/sek ,

M — Masa w g,

τ — czas w sek.

$$T_2 = 2\pi r l^2 \mu \cdot v_2 \cdot v_w, \text{ gdzie}$$

r — promień przekroju,

l — długość odlewu,

μ — gęstość metalu,

v_z — prędkość osiowa,

V_v — „ „ promieniowa,

$$T_3 = f \cdot (t_l - t_s)$$

jest funkcją liquidusa (t_l) i solidusa (t_s)

$$T_4 = f(\mu), \text{ gdzie}$$

μ = przenikliwość magnetyczna

IV. Energja zużyta na pokonanie oporów zewnętrznych E_z .

$$E_z = Q_k + T_s + T_h + T_f$$

Q_k — ciepło pobrane przez kokilę,

T_s — opory tłoczenia gazów z formy,

T_h — opory hydraulicz. formy,

T_f — tarcie metalu o ścianki formy.

$$Q = \frac{G}{g} \cdot d \cdot c \cdot (\theta_m - \theta_0), \text{ gdzie}$$

G — ciężar kokili,

$$T_s = \alpha v^2,$$

α — const.,

v — prędkość przepływu metalu,

$$T_h = G \varepsilon \frac{c^2}{2g}, \text{ przyczem}$$

ε — współczynnik;

$$T_f = G \cdot P \cdot f, \text{ gdzie}$$

P — powierzchnia tarcia,

f — współczynnik.

Wzór $C = \frac{E_z}{E}$ w postaci rozwiniętej:

$$C = \frac{\frac{G}{g} d \cdot c \cdot (\theta_m - \theta_0) + \alpha v^2 + G \varepsilon \frac{c^2}{2g} + G \cdot P \cdot f}{G \cdot [c \cdot (O - \theta_m) + L] + G \cdot \left(H + \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} \right)}$$

Trudne do obliczenia w powyższym wzorze są tylko α i f , które można ustalić przez wykonanie 2 pomiarów.

Opory zewnętrzne można obliczyć, mając zaś określony sposób pomiaru lejności, możemy z powyższego wzoru wyciągnąć konkretne wnioski. Ponieważ do wzoru powyższego wchodzi wartości, określające wysokość lania, temperaturę przegrzania i ilość ciepła oddawanego przez metal formie, zakładając dwie z tych wartości, możemy ustalić trzecią, a mianowicie:

1. Ustalić właściwą wysokość lania dla danej temperatury odlewu i przy znanej szybkości chłodzenia.
2. Określić właściwą temperaturę lania przy wiadomej wysokości lania i szybkości chłodzenia.
3. Określić właściwy sposób chłodzenia, znając temperaturę i wysokość lania.

Jak widzimy, rozważania teoretyczne dają w tym wypadku możliwość wyciągnięcia nader ważnych dla odlewnika wniosków. Mam nadzieję iż na najbliższym Zjeździe Odlewników, będziemy mogli przedstawić praktyczne potwierdzenia powyższych rozważań, w którym to kierunku idą obecnie prace nad lejnością w Zakładzie Odlewnictwa.

Jakie praktyczne korzyści daje nam poznanie tej cechy stopów odlewniczych, którą określiliśmy jako lejność?

Daje nam możliwość doboru stopu o dobrych właściwościach odlewniczych, a co za tem idzie o większej pewności otrzymania zdrowego odlewu.

Daje możliwość ustalenia właściwej temperatury lania dla każdego odlewu, wyeliminowania wadliwego materiału przez wykonanie próby lejności. Jednym słowem daje możliwość ustalenia i skontrolowania, przez wykonanie pomiaru lejności, każdego czynnika, występującego w praktyce odlewniczej. Wykorzystanie badań i pomiarów lejności będzie można jeszcze rozszerzyć, jeżeli nasze, przytoczone wyżej, rozważania znajdą praktyczne potwierdzenie. Metoda badań lejności znalazła zastosowanie jako pomocnicza — przy badaniu układów krzepnięcia. *Portevin* i *Bastien*, korzystając z badania lejności stwierdzili błąd w układzie antymon-olów, opracowanym przez *Deana*, *Hudsona* i *Foglera*, natomiast potwierdzili powyższy układ, opracowany przez prof. *Broniewskiego* i inż. *Śliwowskiego*.

Na zakończenie, uważam za swój obowiązek złożyć podziękowanie Kierownikowi Zakładu Odlewnictwa Politechniki Warszawskiej inż. *K. Gierdziewskiemu*, za umożliwienie wykonania powyższej pracy, za szczególne zainteresowanie się nią i cenne wskazówki, zaś pp. inż. *A. Wakulskiemu*, *H. Lauemu* i *St. Przędpełskiemu* za wybitną pomoc w jej wykonaniu.

Streszczenie.

W artykule przedstawione są wyniki badań nad lejnością, wykonanych w Zakładzie Odlewnictwa Politechniki Warszawskiej. Obejmują one zależność lejności metali czystych i stopów podwójnych od składu chemicznego, temperatury lania, ciśnienia statycznego i dynamicznego, temperatury formy oraz wielokrotności przetapiania.

Pozatem przedstawiono teoretyczne ujęcie lejności jako stosunku energii zużytej przez metal na pokonanie oporów zewnętrznych do całkowitej energii posiadanej przez metal w chwili odlewania, oraz wskazano na praktyczne korzyści, wynikające z powyższych badań.

RÉSUMÉ.

Le mémoire reproduit les résultats des recherches entreprises sur la coulabilité à l'Institut de Fonderie de l'École Polytechnique à Varsovie qui ont pour but d'établir l'influence de la composition chimique, température de coulée, pression statique et dynamique, température du moule et nombre de refusions sur la coulabilité des métaux purs et alliages binaires.

De plus on a représenté théoriquement la coulabilité en signalant une relation entre l'énergie absorbée par le métal liquide pour vaincre les résistances extérieures — et la puissance totale du métal au moment de la coulée en développant les profits pratiques résultants des recherches effectuées.

Inż. M. GEVERS

669 — 18 : [669 . 1 : 669 . 14]

Wielkość ziarna tworzywa w odlewnictwie^{*)}

Zagadnienie wielkości ziarna, które obecnie interesuje metalurgów europejskich powstało w Ameryce przed piętnastu laty i obejmuje metodę kontrolowania jakości stali (ewentualnie i żeliwa) przez pomiar za pomocą zwykłego mikroskopu ziarn austenitu metalograficznego badanej próbki stali, poddanej poprzednio próbnej obróbce cieplnej, która ma na celu większe lub mniejsze zwiększenie ziarna zależnie od jakości stali.

Rozwój tej metody w Ameryce, gdzie jest ona oficjalnie przyjęta, głębszy wpływ jaki ona wywarła na metalurgję amerykańską, oraz konkretne wyniki, które już sami mogliśmy stwierdzić w hutnictwie i w odlewnictwie stali nakazują nam zwrócić uwagę odlewników (szczególnie staliwników) na doniosłość tego sposobu kontroli, który u nas zna jedynie szczupła grupa specjalistów. Artykuł poniższy jest przeznaczony dla tych, którzy jeszcze nie mieli okazji lub możliwości zapoznać się z rolą i ważnością „wielkości ziarna”. Dlatego też uważamy za wskazane przedstawić w kilku słowach historję zagadnienia.

Metalurdzy amerykańscy mający do czynienia z cementacją części samochodowych zauważyli w roku 1920, że pewne części stalowe (ściślej pewne elementy części) cementowane hartowały się nierównomiernie (miękkie punkty przy hartowaniu).

Mikroskopowe badania warstwy nacementowanej części skłonnych do nieregularności hartowania wykazują drobne ziarno, gdy zwykle spodziewamy się grubego ziarna. Niebawem zostało ustalone, że omawiane partje odpowiadają pewnym wytopom. Wytopy te określano początkowo, jako nie nada-

hartowaniu, opanowano trudności „miękkich punktów”, zaczęto dążyć do rozpowszechnienia tych wyjątkowych części, których charakterystyka zdawało się być związana z obecnością drobnego ziarna; to było początkiem popularyzacji „wielkości ziarna” t. zn. „próby *Mac Quaid Ehn'a*”, za pomocą której jest ona ustalona. Próba ta jest tylko reprodukcją warunków, które doprowadziły do ustalenia wielkości ziarna, i polega na cementowaniu badanego kawałka stali w określonych warunkach temperatury i czasu z następnym mierzeniem za pomocą mikroskopu wielkości ziarn austenitu, powstałego przy tej obróbce cieplnej.

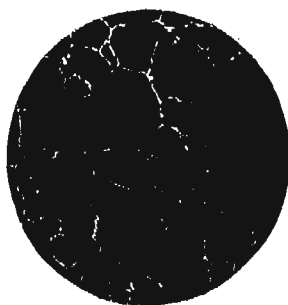
Od tego czasu dla stalowników powstało zagadnienie dostarczania stali, dającej przy cementowaniu budowę drobnoziarnistą, której wymagali odbiorcy. Dość długie obserwacje wykazały, że partje wyborowe odpowiadają wytopom szczególnie mało utlenionym (lub szczególnie dobrze odtlenionym), i zwróciły uwagę przemysłu amerykańskiego na piec elektryczny, posiadający lepsze warunki do odtlenienia, aniżeli piec martenowski.

Jednak stalownicy pracujący na piecu martenowskim, tracąc część swoich odbiorców, nie uznali się za pokonanych i zaczęli skrupulatnie studjować czynniki wpływające na utlenienie w piecu martenowskim (jednorodność wsadu, warunki odwęglania, żużel, bieg pieca i t. p.); również gruntownie zbadano środki odtleniające.

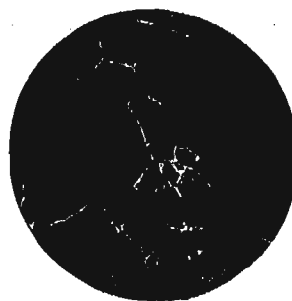
Wszystko to doprowadziło do ustalenia warunków pracy nieca martenowskiego dla zaspokojenia wymagań odbiorców i otrzymania stali o drobnym ziarnie. Warunki te polegają na starannem odtle-



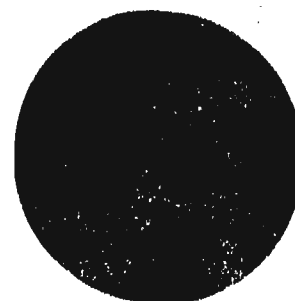
Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.

jące się do cementacji i brakowano, nazywając je „anormalnymi”, ponieważ ich zachowanie się przy cementacji i hartowaniu różniło się od zachowania się innych normalnych wytopów.

Jednak dalsze badania wykazały, że zabrakowane części, w rzeczywistości posiadały szczególnie dobre własności, które kompensowały trudności hartowania.

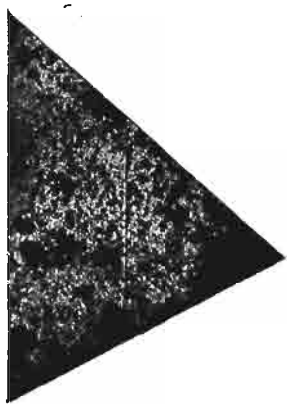
Ponieważ, zachowując szereg ostrożności przy

^{*)} Referat wymienny Stowarzyszenia Odlewników Belgijskich.

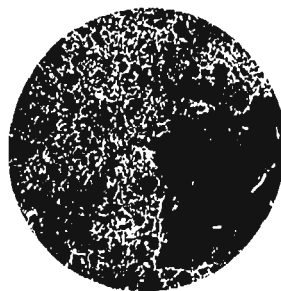
nianiu w piecu za pomocą Mn i Si, oraz następnym dodaniu Al do kadzi. Ilość tego odtleniaacza zależy od stopnia utleniania stali, uzależnionego od sposobu utleniania stali, uzależnionego od sposobu produkcji i właściwego odlewania.

Powodzenie stali o drobnym ziarnie było tak duże, że próba „*Mac Quaid-Ehn'a*” w bardzo krótkim czasie została wprowadzona do warunków odbiorczych A. S. T. U., ogólnie przyjętych w Ameryce, uzyskując od r. 1933 prawo obywatelstwa w hutnictwie.

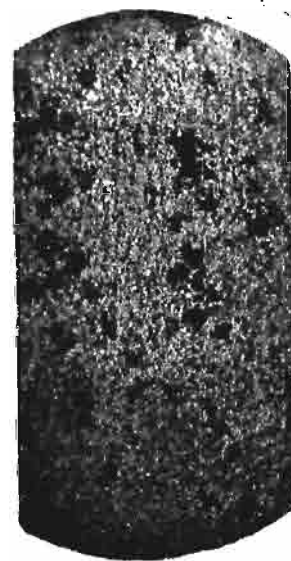
Próba ta pozwala pośrednio ustalić, zapomocą mierzenia jednej stałej, czynnik powodujący serię braków i różnorodność stali; czynnikiem tym jest utlenienie metalu. *Mac Quaid-Ehn*, który zbadał i ustalił tę próbę ogłosił w roku 1935 wartościową pracę, dotyczącą „wielkości ziarna” i roli, jaką odgrywa Al przy produkcji stali. Praca ta została wydrukowana w czasopiśmie „Iron Age” (dn. 10



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

i 17 października 1935 r.). Autor podaje, że można nawet zapomocą zwykłej normalizacji w określonej temperaturze (925° do 980°C — zależnie od charakteru stali) i następnego badania ustalić pod mikroskopem jakość stali, i że stale odtlenione zapomocą silikomanganu i następnie Al szczególnie nadają się do otrzymania drobnego ziarna przez wyżarzanie i nie wykazują dążenia do zwiększenia ziarna; o tem zresztą wiedzą wszyscy zajmujący się wyżarzaniem stali. Próba zapomocą normalizacji byłaby do pewnego stopnia odtworzeniem (w skali zmniejszonej niekompletnej lecz bardziej praktycznej) próby zapomocą cementacji, przyjętej w Ameryce. Ze względu na prostotę, stosowaliśmy próby zapomocą normalizacji i włączyliśmy je do zwykle stosowanych prób (makro- i mikrograficznie, analiza chemiczna, wytrzymałość na rozzerwanie, twardość i t. d.), które służą do kontroli naszych wyrobów ze stali oraz do badania zjawisk anormalnych. Możemy przytoczyć wypadek, kiedy ta nowa próba bardzo przydała się w odlewnictwie staliwa.

Chodziło wówczas o produkcję lanych cylindrów do walcowni, przeznaczonych do walców dla średniej blachy (2 do 4 mm grubości). Wspomniane cylindry składają się z dwóch części; posiadają średnicę 700 mm, długość 1800 mm i wagą około 8 tonn.; Przekiętny skład chemiczny tworzywa: 0,50 — 0,55% C, 0,18 — 0,20% Si, 0,75 — 0,85% Mn, S oraz P poniżej 0,04%. Przed obróbką cylindry wyżarzano w temperaturze 850° w ciągu kilku godzin i studzono w piecu. Każdy cylinder otrzymał bieżący Nr. i notowano jego charakterystykę, dotyczącą wykonania, odlewania, wyżarzania i t. p., oraz ilości przewalcowanych wyrobów. Zazwyczaj każdy cylinder służy do przewalcowania kilku dziesiątków tysięcy tonn (20—30—40 000 tonn i nawet więcej). Jednak zdarzają się wyjątki; po

okresie bardzo pomysłnym, niektóre cylindry pękały przedwcześnie na początku pracy. Zbadaliśmy je zapomocą metod i prób zwykle stosowanych dla

wyjaśnienia przyczyny pęknięcia, jednak nie mogliśmy konkretnie stwierdzić, czy spowodowało to wyżarzanie nierównomierne, czy zbyt zimny materiał do walcowania, czy też wadliwy montaż.

Zastosowaliśmy do próbek wyciętych z pękniętego cylindra oraz do próbek wyciętych z dobrego jeszcze cylindra (po przewalcowaniu 30 000 t) próbę zapomocą normalizacji, podaną przez *Mac Quaid'a*. Badania pod mikroskopem tych próbek po normalizacji (1 godzina w temp. 950° i następnne stygnięcie na powietrzu) wykazały strukturę o dużym ziarnie w cylindrach pękniętych i mieszaniną dużych ziarn z przeważającą ilością drobnych ziarn w dobrze pracujących cylindrach. Mikrografje rys. 1, 2 i 3 są wykonane z próbek wyciętych z pękniętego cylindra po normalizacji (powiększenie oryg. 100).

Mikrografje rys. 4 i 5 są wykonane z próbek, wyciętych z dobrze pracującego cylindra, przyczem wykonano je w powiększeniu 100 dla ustalenia wielkości ziarna, i w powiększeniu 10 — dla ustalenia stosunku dużych i drobnych ziarn.

Co się tyczy warunków produkcji stali do tych cylindrów, to ustalono, że cylinder posiadający mikrostrukturę podaną na fotografiach rys. 1, 2 i 3 był odlany z wytopu wykonanego w piecu martenowskim, w czasie gdy bieg pieca dawał materiał bardziej utleniony, aniżeli wówczas, gdy odlany był cylinder o mikrostrukturze podanej na fot. rys. 4 i 5.

Przyczyny tych zmian biegu pieca są należycie umotywowane i dobrze znane; mogłyby one posłużyć jako temat pracy, która wychodzi poza ramy niniejszego.

Natomiast wydaje się nam ciekawe wskazać na wpływ zmian procesu utleniania w jednym piecu

na zachowanie się stali. Korzyści próby zapomocą cementacji *Mc Quaid-Ehn'a* lub bardziej prostej próby zapomocą normalizacji polegają właśnie na możliwości konkretnego prześledzenia zjawiska utleniania.

Zapomocą odtleniania silico-manganem w piecu i następnym dodaniem Al i żelazo-tytanu do kadzi moglibyśmy, nie zmieniając biegu pieca, otrzymać stal na cylindry posiadającą taką charakterystykę po normalizacji, jak stal cylindra dobrze pracującego.

Mikrografje rys. 6 i 7, wykonane z próbki po normalizacji, z cylindra wyprodukowanego tą ostatnią metodą, świadczą o jej realności i gwarantują dobrą pracę cylindra.

Powracając do licznych badań i referatów amerykańskich na ten temat, opublikowanych przeważnie w „Transactions of American Society for Metals” znajdujemy bardzo obfitą literaturę o wielkości ziarna oraz o zaletach stali, wykonanej metodami „metalurgji kierowanej” jak również sposoby jej wykonania.

Błędem byłoby przypuszczać, że te badania mogą być stosowane tylko do stali i to stali specjalnych, dla których zostały właściwie zapoczątkowane. Produkcja zwykłych odlewów może dużo zyskać pod względem ujednostajnienia własności mechanicznych (wytrzymałość na udarność, zdolność do wyżarzania i obróbki cieplnej, „zdrowia” odlewów i t. p.).

Co się tyczy żeliwa, to zdaje się, że stosowanie metody „wielkości ziarna” jest dopiero w zarodku, przyczem trudność, między innymi, łączy się ze sposobem powstania ziarn austenitu.

Referat opublikowany przez *Murphy'ego* i *Wooda* w marcu 1936 r. w Transactions American Society for Metals porusza tę sprawę i prawdopodobnie zainteresuje laboratorja odlewnicze. Jednak metoda „wielkości ziarna” jest jeszcze nierozstrzygnięta dla żeliwa i nie jest o tyle rozpowszechniona i pewna, jak dla staliwa.

Dr. inż. J. LAISSUS

659.725:669.134.9

O rozpuszczalności berylu — stopach żelaza^{*)}

Streszczenie.

Doświadczenia autora nietylko rzucają dodatkowe światło na rozważania teoretyczne, dotyczące zjawisk cementacji, lecz również dają możliwość wniknięcia w układ żelazo-beryl, zarówno od strony budowy krystalicznej, jak i własności tego rodzaju stopów.

W szczególności stwierdzono:

1. Bardzo wysokie twardości powierzchniowe, przekraczające wszystkie wyniki dotychczas znane. Mianowicie — przy stali eutektoidalnej ok. 1506°, przy żeliwie szarem — ok. 1561° Br. Twardość specjalnej stali azotowej waha się w granicach 1100°—1200° Br.
2. Mała zdolność utleniania się przy wysokich temperaturach.

3. Znaczna odporność na działanie atmosfery, wody, wody morskiej i mgły solnej.
4. Zmniejszona korozja przy działaniu wodą chlorowaną oraz kwasem azotowym.

Wyniki te są obecnie stwierdzone doświadczalnie w laboratorium, lecz jesteśmy przeświadczeni, że już w najbliższej przyszłości będą one podstawą do szeregu rozwiązań praktycznych, wnoszących nowe kierunki do codziennej praktyki przemysłowej.

^{*)} Wobec nadejścia referatu z dużym opóźnieniem nie mamy możliwości ogłoszenia tej pracy w ogólnym zbiorze referatów zjazdowych i ograniczyć się musimy do podania ogólnego streszczenia w ujęciu autora. — Pracę dr. inż. J. Laissus podamy w całości w jednym z najbliższych zeszytów „Przeglądu Technicznego”.

KRONIKA

Międzynarodowy Kongres Odlewniczy.

Tegoroczny Międzynarodowy Kongres Odlewniczy odbędzie się w drugiej połowie września b. r. w Düsseldorfie, łącznie z Wystawą Przemysłu Odlewniczego.

Program Kongresu przewiduje: dnia 16 września 1936 r. — zwiedzanie Zakładów Przemysłowych w Düsseldorfie i Duisburgu; 17—21 września — oficjalne otwarcie i obrady Kongresu; 22—24 września — wycieczkę z Düsseldorfu do Berlina, połączoną ze zwiedzaniem po drodze Zakładów Przemysłowych; 25 września — zamknięcie Kongresu w Berlinie.

Po zamknięciu Kongresu od dn. 25 września b. r. do 7 października odbędzie się wycieczka krajoznawcza po Niemczech, połączona ze zwiedzaniem ośrodków przemysłowych.

Koło Odlewników przy Stowarzyszeniu Techników Polskich zgłosiło na Kongres jako referat wymienny pracę prof. dr. inż. *A. Krupkowskiego* p. t. „Über die Kinetik des Oxydationsprozesses in flüssigen Metallen - Zink, Blei, Silber, Kupfer”.

Podobnie jak w latach ubiegłych Koło Odlewników organizuje polską delegację na Kongres. Karty zgłoszenia, oraz program Kongresu wydaje Sekretarjat Koła Odlewników (Warszawa, ul. Czackiego 3/5). Zgłoszenia należy wysyłać indywidualnie bezpośrednio do Sekretarjatu Kongresu (Düsseldorf, Pempelforterstrasse 50/52). Sprawy biletów kolejowych do Düsseldorfu i ulokowanie na miejscu można załatwić przez Wagon-Lits Cook. Wszelkich dodatkowych informacji udziela Sekretarjat Koła Odlewników.

NOWE WYDAWNICTWA*)

IV. MECHANIKA — MASZYNOZNAWSTWO.

Haeder, W. Konstruieren u. Rechnen. Für Studium u. Praxis, Tom 3. Tafeln. 1936 (str. 175). opr. w pl. RM. 7.50

Hebberling, H. Das Wichtigste vom Korrosionsschutz. Ein Merkbüchlein für Baufachleute u. alle an d. Sachwerterhaltg. interessierten Kreise. 1936 (str. 45). RM. 2.—

Krabbe, E. Stanztechnik. Część 2. Die Bauteile des Schnittes. Treść. Einführung, Gestalten von Stempel und Schnittplate. Übertragung der Pressenbewegung auf das Werkzeugoberteil. Befestigung des Werkzeugunterteiles an der Presse. Die Werkzeugführung, Normen, Abstreifer, Festhalter, Auswerfer, Werkstoff und Werkteillführungen. Stapel- u. Ladevorrichtungen. Kopplung v. Abeitsgängen 1936 (str. 52 z 208 rysunkami). RM. 2.—

Menge, E. Mechanik-Aufgaben aus der Maschinentechnik. Część I. Grundbegriffe-Statik. 7 wydanie. 1936 (str. 176). RM. 3.20

Meyer, H. Die Bestimmung des Abnutzungswiderstandes als Aufgabe der Werkstoffprüfung. 1936. (str. 8). RM. 0.96

Morrison, L. H. Diesel engines, operation and maintenance. Dol. 2.25

Richtlinien für die Bestimmung der Zusammensetzung von Stauben nach Korngröße und Fallgeschwindigkeit. Hrsg. vom Fachausschuss für Staubtechnik im V. D. I. 1936. (str. 10). RM. 2.50

Söchting, W. Das zeitgemässe Schweißen. Ein kurzgefasstes Handbuch. Część I. Das Elektroschweißen. 1936 (str. 64 ze 103 rysunkami). RM. 1.20

Taschenbuch für Druckluft-Betrieb. Opracował Hansen, C. P. 1936 (str. 343 z 350 rysunkami). opr. w pl. RM. 5.70

Umrechnung der im Zugversuch ermittelten Bruchdehnung auf andere Probenmesslängen. Opracowali: Kuntze, W., Uebel, F. i Gentner, F. 1936 (str. 15). RM. 1.80

Velten, A. Spanlose Formung der Metalle in Maschinenfabriken durch Giessen, Schmieden, Schweißen und Härten. Tom 1. Formerei und Giesserei. 1936 (str. 148 z 254 rysunkami). RM. 3.20

V. GÖRNICHTWO — HUTNICHTWO — METALURGJA GEOLOGJA — MINERALOGJA.

Gospodarka złożem ropnem. Opracowali: Redaktor: Wojnar, J. Inż. Referenci: Czastka, J. Inż., Szarke, St. Inż., Szwabowicz, T. Inż. Treść. Wstęp. I. Charakterystyka złóż ropnych i gazowych. II. Sposoby pomiaru charakterystycznych własności złóż ropnych. III. Wspólna eksploatacja złóż. IV. Rozbudowa pola naftowego. V. Wpływ metod wiercenia, rurowania i zamykania wód na gospodarkę złożami. VI. Metody eksploatacji ropy z uwzględnieniem zasad racjonalnej gospodarki złożami ropnymi VII. Sposoby ożywiania produkcji otworów wiertniczych. VIII. Wtlaczanie gazów do złoża. IX. Eksploatacja złóż ropnych metodą górniczą. X. Uwagi w sprawie stosunków eksploatacji ropy w Boryslawiu. XI. Ustawy i rozporządzenia regulujące sposoby eksploatacji i gospodarkę złożami. Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. Rosja Sowiecka. Polska. (str. 245) 1936. zł. 10.—

*) Wszystkie wymienione wydawnictwa są do nabycia w „Księgarni Technicznej” w Warszawie, Czackiego 3/5.

— Rok 3, Nr. 1, marzec 1936. Treść. *Czochralski, J. i Sznuć, W.* Spostrzeżenia nad detektorowemi własnościami obiektywnego określenia zawartości wtrąceń niemetalicznych związków, występujących jako wtrącenia w stali. Próby na szlifie. *Welter, G. i Kucharski, J.* Ścieralność różnych gatunków stali badana według metody i na maszynie Skoda-Sawin. *Śmiałowski, M. i Sznuć, W.* Przyczynki do znajomości metod badania spoin. *Welter, G. i Kucharski, J.* Metoda badania wytrzymałości na skręcanie udarne. *Piłarski, St. i Lyboiński, K.* Obróbka termiczna stali węglowej przed spawaniem a rozkład twardości i wielkości ziarna po spawaniu. *Welter, G.* O górnej i dolnej granicy płynności oraz o obciążeniu rozrywającym. *Czochralski, J. i Garlicka, W.* O szybkości krystalizacji sodu oraz o związku między atomem ciepłem krzepnięcia i szybkością krystalizacji pierwiastków. *Śmiałowski, W.* O nowem mikrofotometrze rejestrującym i jego zastosowaniu do ilościowego oznaczania wtrąceń niemetalicznych. (str. 24). 1936. zł. 6.—

Bading, W. Betriebsuntersuchungen über den Frischverlauf in der Thomasbirne. 1936. (str. 8). RM. 0.96

Beiträge zur angewandten Geophysik, bisher Gerlands Beiträge zur Geophysik. Erg. Heft 6. angewandte Geophysik. Tom V, Zeszyt 4. RM. 14.80

Bubnoff, S. Synoptische Tabellen der Stratigraphie Westeuropas 1936. (14 tabel). oprawa RM. 10.—

Cloos, H. Einführung in die Geologie. Ein Lehrbuch d. inneren Dynamik. 1936. (str. 503 z 356 rysunkami). opr. w pl. RM. 24.—

Esser, H., Cornelius, W. i Banck, W. Untersuchungen über die Wärmetönung beim Zugversuch mit Stahlproben. 1936 (str. 5). RM. 0.60

Haberfelner, E. Die Geologie des Eisenerzes Reichenstein und des Polster. 1935 (str. 31). RM. 3.—

Hansen, M. Der Aufbau der Zweistofflegierungen. Eine kritische Zusammenfassung. 1936 (str. 1100 z 456 rysunkami). opr. w pl. RM. 87.—

Jahrbuch, Neues, für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Abt. A. Mineralogie, Petrographie. Tom 71, Zeszyt 1. RM. 20.80

Körper, F. Zur Metallurgie der Eisenbegleiter. 1936. (str. 11). RM. 1.44

Krause, J. Fehlernachweis in ferromagnetischen Werkstoffen nach dem Feispänverfahren. 1935. (str. 54). RM. 4.50

Lennings, W. Beitrag zur Schrottverhüttung im Hochofen. 1936. (str. 3). RM. 0.36

Löscher, H. Grundzüge der Geologie. 2 wydanie. 1936. (str. 54 z 32 rysunkami). RM. 1.—

Meyer, O. Eilender W., i Waltz, A. Zur Metallurgie der Tiegelstahlerzeugung. 1936. (str. 7). RM. 0.84

Mitteilungen aus den Forschungsanstalten von Gutehoffnungshütte Oberhausen Aktiengesellschaft, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. Tom 4, zeszyt 5. RM. 2.70

Paar, W. Die Überwachung des Verlaufes von Tiefbohrlöchern. 1936. (str. 77). RM. 4.20

Schmidt, R. Herstellung und Verwendung von Bleilagermetallen. 1936. (str. 4). RM. 0.48

Sothen, B. Betriebsergebnisse deutscher Siemens-Martinöfen mit Koksofengasbeheizung. 1936. (str. 18). RM. 2.16

Wiester, H. J. Stickstoffaufnahme beim Schleifen von weichem Eisen. 1936. (str. 3). RM. 0.36

Zimmer, R. Abnutzungsversuche an Hartmetallen, Guss-eisen und Leichtmetallen auf der Abnutzungsprüfmaschine von Nieberdung, O. 1935. (str. 67). RM. 6.—

		Ceny ogłoszeń.	
Przedpłatę kwartalną	zł. 12.50	Jednorazowych:	
przyjmuje Administracja i Pocztowa Kasa Oszczędności na konto Nr. 515.		Za jedną stronicę	zł. 300.—
Przedpłata zagranicą	zł. 70 rocznie	„ pół strony	„ 165.—
„ „ „	zł. 20 kwart.	„ ćwierć strony	„ 90.—
Cena zeszytu „	zł. 2.50	„ jedną ósmą	„ 45.—
(Ceny zeszytów specjalnych są ustalane każdorazowo)		„ jedną szesnastą	„ 25.—
Za zmianę adresu (znaczkami poczt.)	zł. 1	Ceny ogłoszeń w zeszytach specjalnych ustalane są każdorazowo. Dopłaty: za I str. okładki 100 proc., za IV str. okł. 50 proc., za zamówione miejsce na innych stronach 20 proc. Ogłoszenia dla poszukujących pracy, nadane w Administracji, zł. 8 za 1/16 str.	

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego Nr. 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników). Telefon Nr. 657-04. Redaktor przyjmuje interesantów we wtorki i piątki od godz. 19 do 21. Administrator przyjmuje we wtorki, środy i piątki od godz. 19 do 21. Administracja otwarta w poniedziałki, czwartki i soboty od 9-16 i we wtorki, środy i piątki od 9-14 i od 19-21.

TRESĆ:

- III Zjazd Odlewników Polskich.
- Znaczenie przemysłu odlewniczego w ogólnej gospodarce narodowej, inż. *K. Gierdziejewski*.
- Rola organizacji sprzedaży w uporządkowaniu przemysłu odlewniczego, *J. Lipowski*.
- Korzyści z centralizowania zakupu złomu odlewniczego i hutniczego, *T. Zieliński*.
- Drogi rozwoju odlewnictwa w Polsce, inż. *J. Zybert*.
- Przemysł pomocniczy dla odlewni polskich, inż. *S. Ambrożewicz* i *R. Szymanderski*.
- Zagadnienie żeliwa wysokowartościowego, inż. *J. Kozarzewski*.
- Badanie wpływu obróbki termicznej na szare żeliwo maszynowe, mgr. *S. Szczawiński* i *E. Miernik*.
- Próby odsiarczania żeliwa sodą granulowaną, mgr. *S. Szczawiński* i *E. Miernik*.
- Stosowanie ochładzalników w odlewnictwie żeliwa, inż. *E. Misiurewicz*.
- O niektórych warunkach technicznych na odlewy stalowe, inż. *A. Aścić*.
- Proces zasadowy i kwaśny dla odlewów stalowych, inż. *A. Łukowski*.
- Procesy fizyko-chemiczne przy odtlenianiu stali, inż. *M. Skarbiński*.
- Metody stosowania lejów w odlewach stalowych, inż. *M. Skarbiński* i inż. *H. Zimnowoda*.
- Bilans pieca elektrycznego ładowności 0,75 t, inż. *O. Marcinowski*.
- Próby wytapiania żeliwa maszynowego na koksie krajowym, inż. *K. Gierdziejewski*.
- Korozja odlewów żeliwnych, inż. *F. Hudson*.
- Masowa produkcja odlewów centralnego ogrzewania, inż. *S. Kwiatkowski*.
- Próby zastąpienia w masach formierskich nawozu końskiego torfem, *Z. Tschirschnitz*.
- Jakim warunkom powinny odpowiadać grafit i pokost do celów odlewniczych, *A. Zerndt*.
- Wpływ warunków odlewania mosiądzu 67% Cu i 33% Zn na transkryształizację oraz wpływ jej na walcowność i własności mechaniczne, prof. *W. Łoskiewicz* i *B. Jura*.
- Badania nad lejnością metali czystych i stopów podwójnych, inż. *E. Perchorowicz*.
- Zagadnienie wielkości ziarna tworzywa odlewniczego, inż. *M. Gevers*.
- O rozpuszczaniu się berylu w stopach żeliwa, inż. *J. Laissus*.
- Kronika.

SOMMAIRE:

- Le III Congrès National de Fonderie, Varsovie 5—8 septembre, 1936.
- Position de l'Industrie de Fonderie dans le régime national économique, par *M. K. Gierdziejewski*.
- Le rôle de l'organisation de vente dans l'arrangement de l'Industrie de la Fonderie, par *M. J. Lipowski*.
- Quels avantages peut-on obtenir par la centralisation d'achat du riblon conjointement avec les usines, par *M. T. Zieliński*.
- Le développement de l'Industrie Polonaise de la Fonderie, par *M. J. Zybert*.
- l'arrangement de l'Industrie de la Fonderie de l'Industrie auxiliaire pour les Fonderies en Pologne, par MM. *S. Ambrożewicz* et *R. Szymanderski*.
- Sur la question de la fonte de haute qualité, par *M. J. Kozarzewski*.
- Observations au sujet de l'influence du traitement thermique sur les fontes grises pour machines, par MM. *S. Szczawiński* et *E. Miernik*.
- Essais de désulfuration de la fonte avec le carbonate de soude granulé, par MM. *S. Szczawiński* et *E. Miernik*.
- L'application des refroidisseurs (petites coquilles) en fonderie, par *M. E. Misiurewicz*.
- Quelques conditions techniques pour moulages d'acier, par *M. A. Łukowski*.
- Les processus physico-chimiques qui ont lieu pendant la désoxydation de l'acier, par *M. M. Skarbiński*.
- Méthodes d'application de jets de coulée et masselottes dans la production des moulages d'acier, par MM. *M. Skarbiński* et *H. Zimnowoda*.
- Le bilan d'un four électrique de 0,75 tonnes de capacité, par *M. O. Marcinowski*.
- Essais de fusion de la fonte pour machines avec un coke du pays, par *M. K. Gierdziejewski*.
- La corrosion des pièces en fonte, par *M. F. Hudson*.
- La production en masse des pièces pour le chauffage central, par *M. S. Kwiatkowski*.
- Essais de remplacer le fumier par la tourbe en moulage, par *M. Z. Tschirschnitz*.
- Conditions indispensables pour l'utilisation du graphite et vernis en fonderie, par *M. A. Zerndt*.
- Sur l'influence des conditions de coulée du laiton de 67% Cu et 33% Zn sur la transkryształization et sa réaction sur la capacité du laminage et sur les propriétés mécaniques du laiton, par MM. *W. Łoskiewicz* et *B. Jura*.
- Recherches sur la coulabilité des métaux purs et alliages binaires, par *M. E. Perchorowicz*.
- Le grain size en fonderie, par *M. M. Gevers*.
- La solubilité du Beryllium dans les alliages ferreux, par *M. J. Laissus*.
- Chronique.