43/15

Archives of Foundry,
Year 2005, Volume 5, № 15
Archiwum Odlewnictwa,
Rok 2005, Rocznik 5, Nr 15
PAN – Katowice PL ISSN 1642-5308

WPŁYW SZYBKOŚCI WYPEŁNIANIA WNĘKI FORMY NA STRUKTURĘ ŻELIWA CHROMOWEGO

M. PRZYBYŁ[1] A. STUDNICKI[2]
Zakład Odlewnictwa
Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej
44-100 Gliwice ul. Towarowa 7

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono analizę wpływu szybkości wypełniania wnęki formy na twardość i mikrotwardość osnowy żeliwa chromowego oraz na stereologię fazy węglikowej. Eksperyment wykonano w warunkach przemysłowych w odlewni specjalizującej się w odlewach odpornych na ścieranie.

Key words: chromium cast iron, filling rate, hardness, structure

1. WPROWADZENIE

W całym procesie wytwarzania odlewów występuje wiele etapów, które mają wpływ na jakość końcową produktu. Etap zalewania formy odlewniczej jest jednym z nich. Często odlewnie nie przywiązują zbyt dużego znaczenia do tego jaki wpływ ma zalewanie formy na ostateczne własności odlewu. Również literatura fachowa [1,2] zbyt mało uwagi zwraca na zagrożenia występujące podczas zalewania oraz na metody ich przeciwdziałania. Główny nacisk w swoich rozważaniach autorzy kładą na problem czystości metalu wypełniającego formę i sposób jego doczyszczenia w układzie wlewowym oraz na warunki zapewniające dokładne wypełnienie wnęki formy. Każdy stop odlewniczy ma swoją specyfikę i różnie zachowuje się w czasie zalewania.
Przy dobieraniu układu wlewowego dla żeliwa chromowego [3] korzysta się z doświadczeń właściwych dla żeliwa ciągliwego i staliwa. Charakterystyczną cechą odlewania żeliwa chromowego jest tworzenie się błonek tlenkowych na powierzchni

[1] *dr inż., marian.przybyl@polsl.pl*
[2] *dr inż., andrzej.studnicki@polsl.pl*

ciekłego metalu. Błonki te obniżają własności mechaniczne jak i wpływają niekorzystnie na odlew (szereg wad). Błonki te tworzą się przed zakończeniem odlewania i przeważnie pozostają w odlewie, przywierają do powierzchni formy i rdzeni lub zostają rozerwane pod działaniem wpływającego metalu do formy. Podstawowym warunkiem zapobiegania tworzenia się błonek Cr_2O_3 jest zapewnienie minimalnego spadku temperatury metalu w czasie wypełniania formy. Metal musi być więc doprowadzany optymalnie szybko z dużą ilością wlewów przy równomiernym i spokojnym wypełnianiu formy. Regułą jest stosowanie syfonowego doprowadzania metalu, wyjątkiem są niskie odlewy, dla których można stosować doprowadzenie w płaszczyźnie podziału. Wnęka powinna być wypełniona szybko ze względu na powstające błonki tlenkowe, ale i z uwagi na wyrównanie szybkości stygnięcia, co ogranicza wielkość powstałych naprężeń cieplnych w odlewach.

Prezentowana praca narodziła się w czasie wielu dyskusji prowadzonych z praktykami, producentami odlewów z żeliwa chromowego. Inżynierowie technolodzy zaobserwowali, że na własności użytkowe (np. odporność na ścieranie) może mieć wpływ szybkość zalewania poszczególnych odlewów. W ramach współpracy z jedną z odlewni problem ten postanowiono zbadać przeprowadzając specjalny eksperyment w odlewni.

2. PRZEBIEG BADAŃ WŁASNYCH

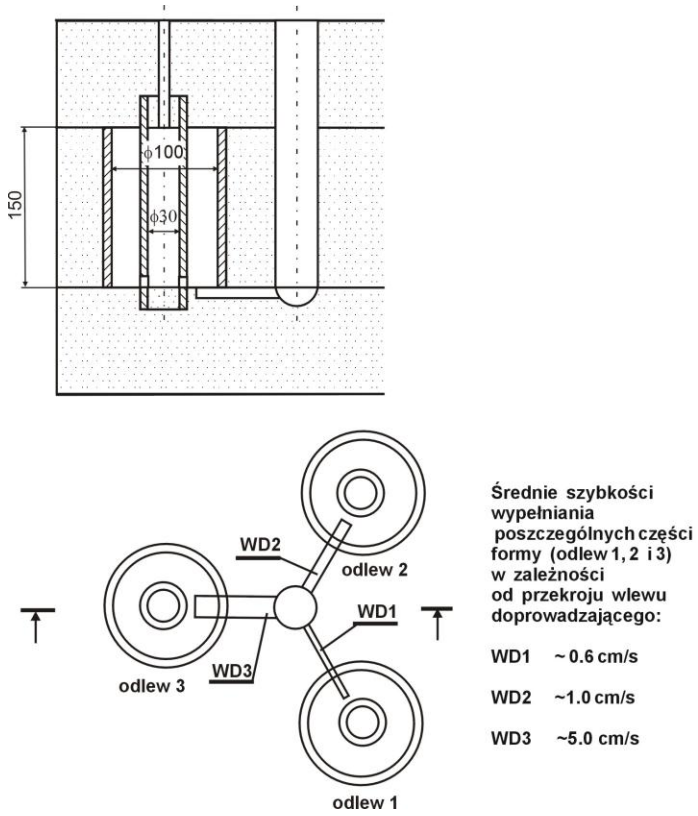
Celem pracy było określenie wpływu szybkości wypełniania wnęki formy na parametry stereologiczne fazy węglikowej oraz twardość i mikrotwardość na przekroju odlewów odpornych na zużycie ścierne wykonanych z żeliwa chromowego. Badania przeprowadzono na dwóch wytopach żeliwa chromowego o składzie chemicznym przedstawionym w tabeli 1. Wytopy wykonano w piecu łukowym w warunkach przemysłowych.

Tabela 1. Skład chemiczny badanego żeliwa chromowego
Table 1. Chemical composition of chromium cast iron

Numer wytopu	Zawartość pierwiastków w % wag.							
	C	**Cr**	Mo	Ni	Mn	Si	P	S
1	**1.80**	**17.35**	0.51	0.60	0.25	1.01	0.037	0.006
2	**2.50**	**16.60**	0.31	0.67	0.28	1.12	0.048	0.011

Wykorzystując doświadczenia Zakładu Odlewnictwa Politechniki Śląskiej [4] opracowano specjalne stanowisko badawcze umożliwiające jednoczesne otrzymanie trzech takich samych odlewów zalewanych z różnymi szybkościami wypełniania wnęki formy. Odlewy badawcze wykonano w formie piaskowej, w której dodatkowo umieszczono wkładki z materiału izolacyjnego (Sibral 300) zmniejszające szybkość stygnięcia odlewu. Na rys.1 przedstawiono schemat formy odlewniczej. Każdy z odlewów był zalewany poprzez wspólny wlew główny, a zróżnicowanie szybkości wypełniania poszczególnych wnęk odlewów był realizowany przez różne przekroje

wlewów doprowadzających (WD1, WD2 i WD3). Na rys. 1 podano średnie szybkości wypełniania poszczególnych odlewów w formie.



Rys.1. Schemat specjalnej formy odlewniczej
Fig.1. Scheme of special casting mould

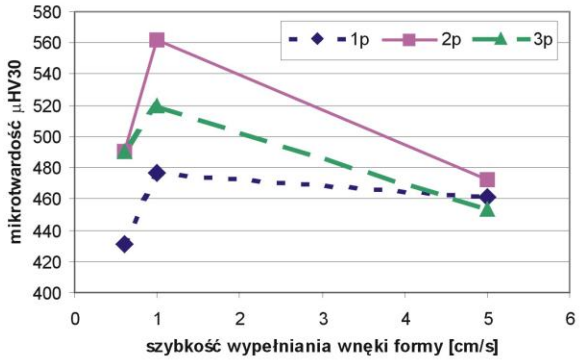
Próbki do badań zostały pobrane z odlewów walcowych ϕ30 mm (rys.1), tj. odcinano od strony wlewów doprowadzających w płaszczyźnie prostopadłej do osi walca „krążki" o grubości około 15 mm. Na powierzchniach płaskich odciętych próbek wykonano zgłady metalograficzne. Do badań mikrotwardości zgłady trawiono delikatnie, natomiast do ilościowej analizy strukturalnej znacznie silniej – w celu zwiększenia kontrastu pomiędzy wydzieleniami węglików a osnową. Badania mikrotwardości osnowy przeprowadzono metodą Vickersa przy obciążeniach 40,70 i 100 G. Badania twardości przeprowadzono na twardościomierzu Rockwella w skali C.
Analizę ilościową fazy węglikowej prowadzono przy pomocy komputerowego analizatora obrazu „Magiscan 2AR" na mikroskopie świetlnym „Nikon Optiphot"

stosując obiektyw o powiększeniu 40x. Dla każdej próbki dokonano analizy struktury na 12 polach pomiarowych, mierząc pole powierzchni, obwód, długość i szerokość poszczególnych wydzieleń węglików.

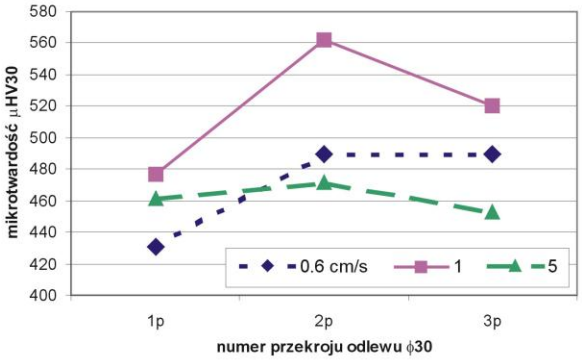
3. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Wyniki rozkładu mikrotwardości i twardości przedstawiono na rys. 3 i 4 na przykładzie wytopu drugiego. Można zauważyć wyraźny wpływ szybkości zalewania wnęki formy na mikrotwardość odlewu badawczego.

a)



b)

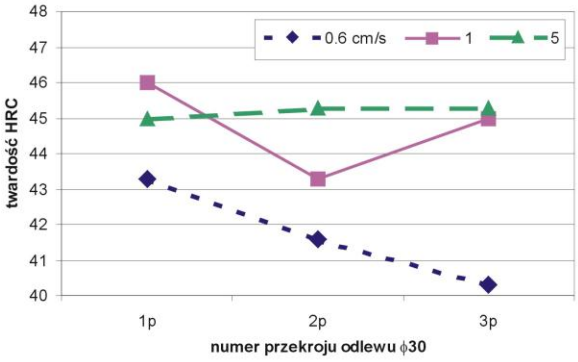


Rys.3. Wpływ szybkości wypełniania wnęki formy na mikrotwardość osnowy (a, b) żeliwa chromowego

Fig.3. Influence of filling rate of mould cavity on microhardness of matrix (a, b) of chromium cast iron

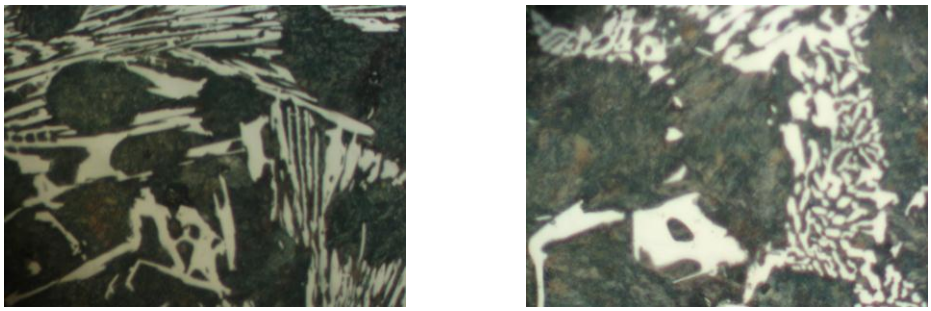
Maksymalne wartości mikrotwardości występują w odlewach zalewanych pośrednią (1 cm/s) szybkością, a najniższe w najwolniej zalewanych. Najmniejsze zróżnicowanie mikrotwardości osnowy na długości próbki (odlewu), co można przyrównać do rozkładu na grubości ścianki odlewu, występuje przy najszybszym zalewaniu. Twardość

HRC (rys.4) również pozostaje na stałym poziomie przy najszybszym zalewaniu odlewu, a wyraźnie maleje w miarę oddalania się od powierzchni czołowej próbki, dla odlewu najwolniej zalewanego.



Rys.4. Wpływ szybkości wypełniania wnęki formy na twardość żeliwa chromowego
Fig.4. Influence of filling rate of mould cavity on hardness of chromium cast iron

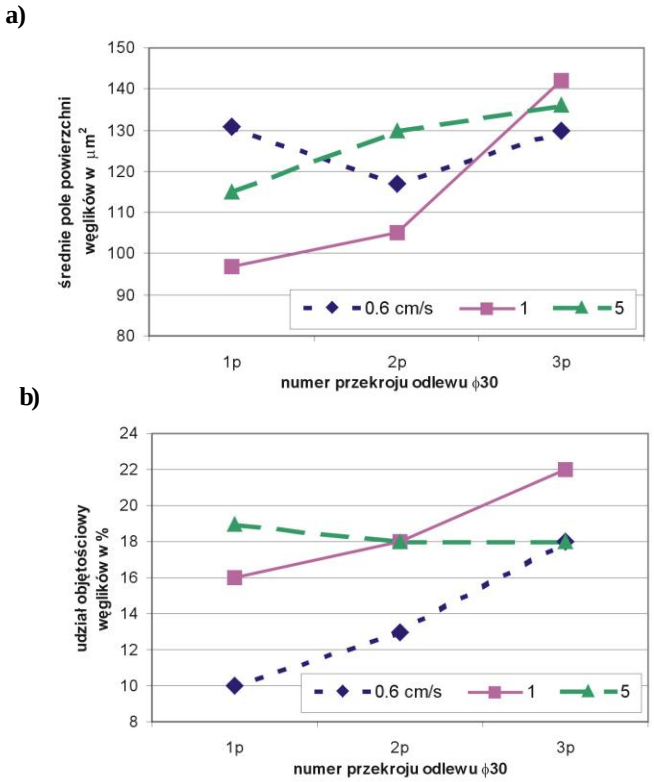
Określenie wpływu szybkości wypełniania wnęki formy na jakościową zmianę struktury żeliwa chromowego było dość trudne – rys.5.



Rys.5. Przykładowa struktura żeliwa chromowego.
Fig. 5. Example of structure of chromium cast iron

Stąd za celowe uznano wyznaczenie podstawowych parametrów stereologicznych wydzieleń węglików, a średnie ich wartości przedstawiono w tabeli 2. Jak można zaobserwować na rys.6a, średnie pole wydzieleń węglików w zasadzie rośnie w miarę oddalania się od powierzchni czołowej próbki. Pośrednia szybkość zalewania zapewnia wystąpienie najmniejszych wydzieleń węglików w pierwszym i drugim przekroju odlewu badawczego.
Zróżnicowana szybkość zalewania wnęki formy wywarła istotny wpływ na średni udział objętościowy węglików na przekrojach próbek – rys.6 b. Stałym udziałem

węglików cechuje się odlew najszybciej zalany, natomiast największe – istotne zróżnicowanie udziału występuje w próbce najwolniej zalanej.
Można z tych wstępnych badań wysnuć praktyczny wniosek, że odlewy grubościenne narażone na znaczne zużycie ścierne zalane z dużymi szybkościami będą na przekroju (grubości ścianki) cechować się mało zmienną strukturą i własnościami, co może prowadzić do wzrostu trwałości eksploatacyjnej odlewu.



Rys.6. Wpływ szybkości wypełniania wnęki formy na fazę węglikową żeliwa chromowego
Fig.6. Influence of filling rate of mould cavity on carbides phase of chromium cast iron

Tabela 2. Parametry stereologiczne węglików – średnie wartości
Table 2. Stereological parameters of carbides – average

Oznaczenie próbki	Szybkość wypełniania wnęki formy [cm/s]	**A[μm²]**	**O [μm]**	**Vv[%]**	**B/L**
1.1p	0.6	131	59	10	0.44
1.2p		117	55	13	0.46
1.3p		130	60	18	0.43
2.1p	1.0	97	49	16	0.45
2.2p		105	52	18	0.48
2.3p		142	65	22	0.40
3.1p	5.0	115	57	19	0.43
3.2p		130	61	18	0.39
3.3p		136	66	18	0.38

gdzie: A –pole powierzchni, O –obwód, Vv –udział objetościowy, B/L –współczynnik kształtu

LITERATURA

[1] Skarbiński M.: Uruchomienie produkcji w odlewni. WNT, Warszawa 1974.
[2] Perzyk M., Waszkiewicz S., Kaczorowski M., Jopkiewicz A.: Odlewnictwo. WNT, Warszawa 2000.
[3] Gawroński J., Krajczy B.: Warunki technologiczne wytwarzania odlewów z żeliwa chromowego. Materiały konferencyjne. Bezwiórowe precyzyjne kształtowanie części maszyn. AR-T, Olsztyn-Szczytno 1979.
[4] Studnicki A.: Eksperymentalne modelowanie stygnięcia odlewu w formie. Archiwum Odlewnictwa, PAN-Katowice, rocznik 4, nr 14, 2004.

INFLUENCE OF FILLING RATE OF MOULD CAVITY ON STRUCTURE OF CHROMIUM CAST IRON

SUMMARY

In this paper influence of filling rate of mould cavity on hardness and microhardness of matrix and stereological parameters of carbides of chromium cast iron in sand mould has been presented. The experiment was conducted in foundry which produces wear-resistant iron casting.

Recenzował Prof. Jan Szajnar