27/10

Archives of Foundry,
Year 2003, Volume 3, № 10
Archiwum Odlewnictwa,
Rok 2003, Rocznik 3, Nr 10
PAN – Katowice PL ISSN 1642-5308

WPŁYW SZYBKOŚCI STYGNIĘCIA NA PARAMETRY KRYSTALIZACJI ŻELIWA CHROMOWEGO

A. STUDNICKI[1]
Katedra Odlewnictwa, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska
ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono metodę do określania wpływu szybkości stygnięcia odlewu na parametry krystalizacji stopów odlewniczych. Analizie tą metodą poddano żeliwo chromowe odporne na ścieranie o stałej zawartości chromu około 18% i zmiennej zawartości węgla, na trzech poziomach 1.8%, 2.4% i 3.3%.

Key words: research method, cooling curve, chromium cast iron, crystallization parameters

1. WPROWADZENIE

Szybkość stygnięcia odlewu ma istotny wpływ na strukturę a w konsekwencji na własności użytkowe wyrobu. Przewidywanie struktury w przyszłym odlewie w znacznym stopniu może ułatwić właściwy dobór tworzywa, jego składu chemicznego oraz technologii odlewania.

Parametry krystalizacji stopów odlewniczych są zależne od szybkości stygnięcia, co jest stwierdzeniem wielokrotnie udowodnionym. Z tego względu charakterystyki stopów odlewniczych powinny uwzględniać ten fakt. Powinny być znane funkcje, które określają wpływ składu chemicznego i szybkości stygnięcia na parametry opisujące cały proces krystalizacji tj. w zakresie krzepnięcia jak również w stanie stałym.

W Katedrze Odlewnictwa Politechniki Śląskiej procesy krystalizacji stopów odlewniczych są badane od wielu lat. Wykorzystuje się do tego celu głównie znaną metodę ATD opracowaną przez profesora Jurę. Metoda ta opisuje jednak proces krystalizacji tylko dla jednej ściśle określonej geometrii odlewu. Próba wykorzystania

[1] *dr inż., ajstud@zeus.polsl.gliwice.pl*

tylko jednego próbnika do określania parametrów krystalizacji w funkcji szybkości stygnięcia nie spełniła oczekiwań. Podstawową przeszkodą okazała się trudność w interpretacji krzywych stygnięcia i ich pochodnych. Krzywe stygnięcia rejestrowane poza centrum cieplnym odlewu uniemożliwiają precyzyjny odczyt parametrów krystalizacji, trudność ta wzrasta wraz z oddalaniem się od centrum cieplnego. Metodę z jednym próbnikiem opisano w publikacji [1]. Wykorzystując to doświadczenie oraz standardową metodę ATD opracowano metodę 4 próbników (wstępnie nazwano metodą ATD-kaskada). Szerzej metodę opisano w następnym punkcie.

2. METODA BADAWCZA (ATD-kaskada)

Przy opracowywaniu metody ATD-kaskada zastosowano podstawową zasadę, że pomiar temperatury w centrum cieplnym odlewu najlepiej charakteryzuje proces krystalizacji stopu (najłatwiej odczytać parametry krystalizacji). Z tego względu skonstruowano serie próbników walcowych o różnych średnicach, tak dobranych aby znacznie zróżnicować szybkości stygnięcia odlewu. Przy doborze cech geometrycznych próbników wykorzystano symulację komputerową. Aby zminimalizować rozmiary odlewów próbek zastosowano materiały termoizolacyjne. Ostatecznie przyjęto następujące średnice ***d*** próbników: ϕ30 mm, ϕ60 mm, ϕ80 mm i ϕ100 mm przy wysokości równej 1.5***d***.
Precyzyjne określenie położenia centrum cieplnego odlewu jest prawie niemożliwe na podstawie symulacji komputerowej, chociażby ze względu na małą dokładność dostępnych parametrów termofizycznych materiałów. Z tego względu postanowiono w próbnikach umieszczać co najmniej 2 termoelementy (najlepiej 3). Takie rozwiązanie pozwala na dokładniejszą rejestrację krzywej stygnięcia w miejscu najbardziej zbliżonym do centrum cieplnego odlewu, bez względu na rodzaj stopu, materiału formierskiego i temperatury przegrzania. W założeniach do konstrukcji próbników przyjęto jeszcze jeden ważny punkt. Z każdego próbnika powinniśmy uzyskać tzw. próbkę standardową o średnicy ϕ30 mm stanowiącą materiał do dalszych badań, szczególnie do badań metalograficznych. Problem ten rozwiązano stosując w próbnikach powyżej ϕ30 mm wkładkę cylindryczną z materiału termoizolacyjnego. Na rys.1 przedstawiono przykładowo konstrukcję próbnika ϕ30 mm i ϕ80 mm.
Stanowisko badawcze do rejestracji krzywych stygnięcia wg metody ATD-kaskada składa się z zestawu 4 próbników, przetwornika A/C wielokanałowego i komputera PC. Na rys.2 przedstawiono schemat tego stanowiska badawczego.

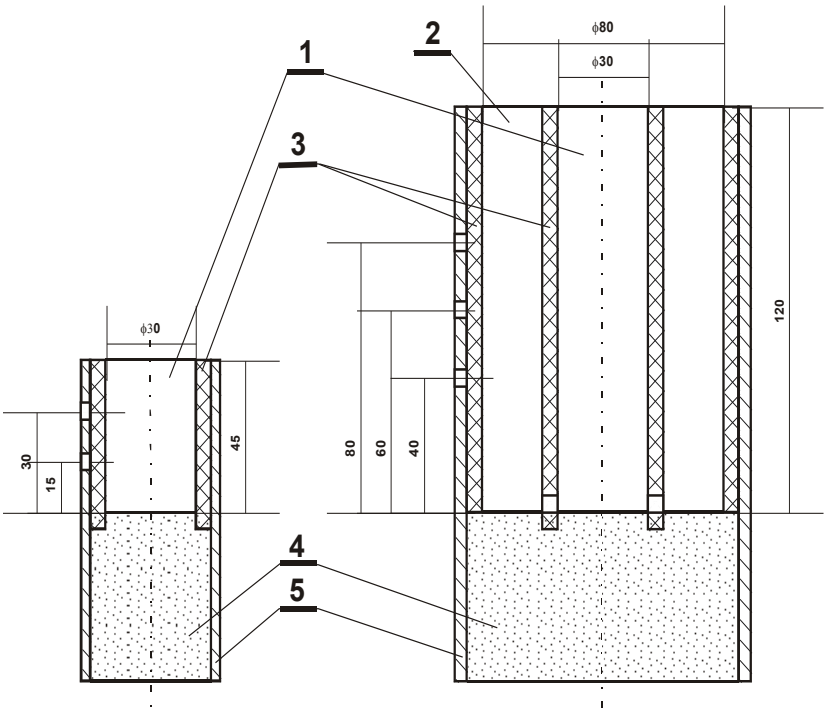
3. PARAMETRY KRYSTALIZACJI ŻELIWA CHROMOWEGO

Celem badań było określenie wpływu szybkości stygnięcia na parametry krystalizacji żeliwa chromowego odpornego na ścieranie. Do badań użyto żeliwo chromowe o stałe zawartości chromu (około 18%) i zmiennej zawartości węgla na trzech poziomach (1.8%; 2.4% i 3.3%). Proces stygnięcia zestawu próbników rejestrowano do momentu osiągnięcia w największym próbniku ϕ100 mm temperatury

poniżej 500 ^{o}C. Czas ten wynosił około 3 godzin. Na rys.3 przedstawiono krzywe stygnięcia dla żeliwa chromowego oznaczonego C24Cr18 o następującym składzie chemicznym: C=2.4%; Cr=18%.
Krzywe stygnięcia następnie poddano analizie podobnej do analizy w standardowej metodzie ATD. Na podstawie krzywych stygnięcia i ich pierwszych pochodnych określano parametry krystalizacji. Na rys.4 przedstawiono wykresy stygnięcia i krystalizacji dla poszczególnych próbników tylko w zakresie krzepnięcia żeliwa. W tabeli 1 zestawiono parametry krystalizacji badanego żeliwa chromowego.

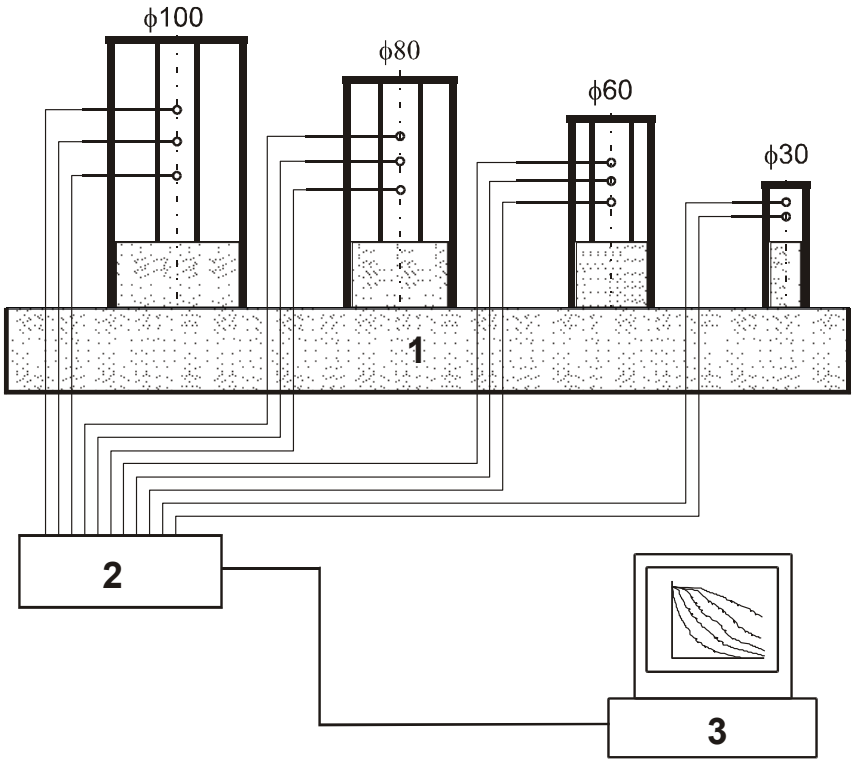
4. PODSUMOWANIE

Przedstawione w tabeli 1 szybkości stygnięcia są wartościami średnimi w określonych zakresach stygnięcia odlewu. Rzeczywista szybkość stygnięcia ulega ciągłej zmianie, jednak dla uproszczenia analizy przyjęto wartości średnie. Która z obliczonych średnich prędkości (a może inna) najlepiej charakteryzuje wpływ szybkości

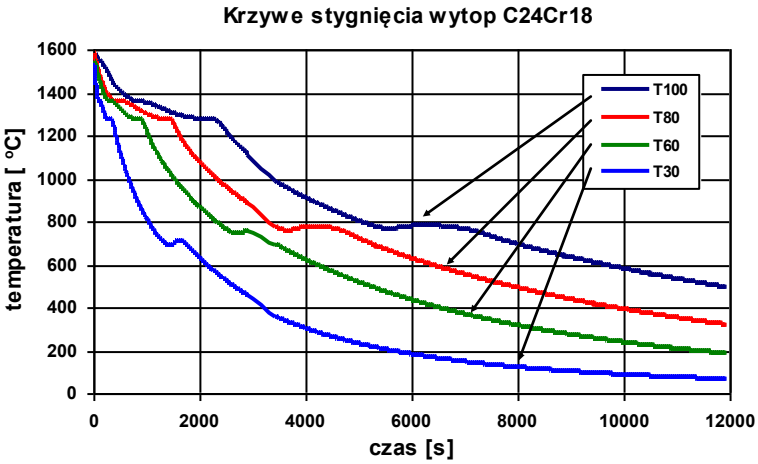


Rys. 1. Konstrukcja próbników ϕ30 mm i ϕ80 mm
Fig. 1. Construction of samplers ϕ30 mm and ϕ80 mm
1 – odlew próbki (cast specimen) 2 – izolator cieplny (heat insulator), 3 – materiał izolacyjny (insulating material), 4 – wkładka-forma (moulding material), 5 – rura stalowa (steel pipe),

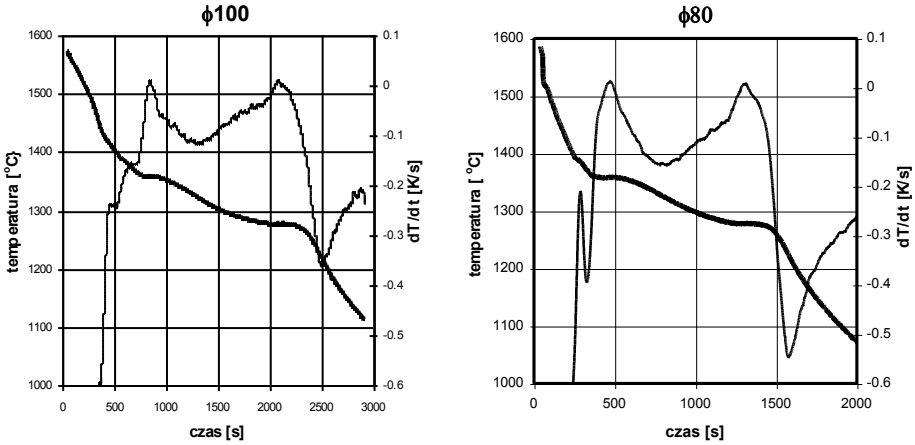
stygnięcia na parametry krystalizacji jeszcze nie zdefiniowano. Po wstępnej analizie można przyjąć, że może to być szybkość stygnięcia stopu w stanie ciekłym tj. V_{ZL}. Na rys.5 przedstawiono jak charakterystyczne temperatury przemian TL i TS zmieniają się w funkcji szybkości stygnięcia V_{ZL} dla określonego składu chemicznego. Widzimy tutaj znaczny wpływ tej szybkości na parametry temperaturowe.
Funkcję opisującą charakterystyczne temperatury w zależności od szybkości stygnięcia określono na razie na podstawie arkusza kalkulacyjnego EXCEL za pomocą dostępnych funkcji trendu. Po wykonaniu większej ilości eksperymentów będzie możliwe poszukiwanie funkcji opisującej parametry krystalizacji w zależności od składu chemicznego i szybkości stygnięcia. Przedstawione w artykule wyniki badań dają dużą nadzieję na zrealizowanie tego celu.



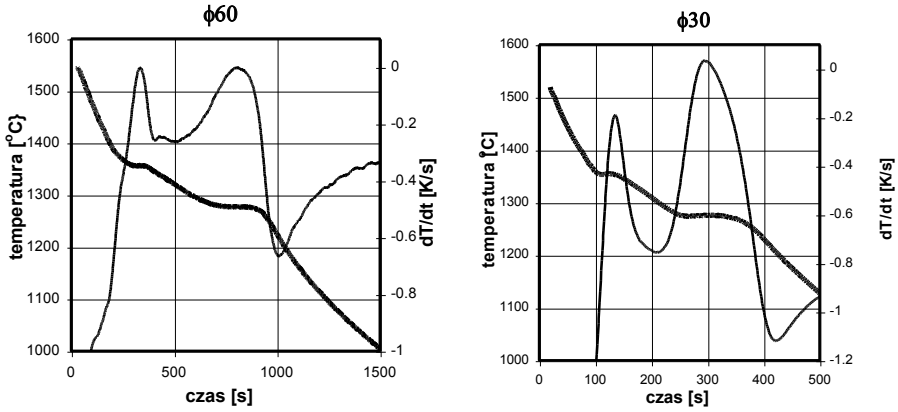
Rys. 2. Schemat stanowiska badawczego w metodzie ATD-kaskada
Fig. 2. Scheme of research station (ATD-kaskada method)
1 - zestaw próbników (set of samplers); 2 – wielokanałowy przetwornik A/C (a/d converter); 3 – komputer PC (PC computer)



Rys. 3. Krzywe stygnięcia zarejestrowane w próbnikach ϕ30, ϕ60, ϕ80, ϕ100 – wytop C24Cr18
Fig. 3. Cooling curves in samplers ϕ30, ϕ60, ϕ80, ϕ100 – melt C24Cr18



Rys. 4.1. Krzywe stygnięcia i krystalizacji ϕ100, ϕ80 – wytop C24Cr18
Fig. 4.1. Cooling and crystallization curves ϕ100, ϕ80 – melt C24Cr18

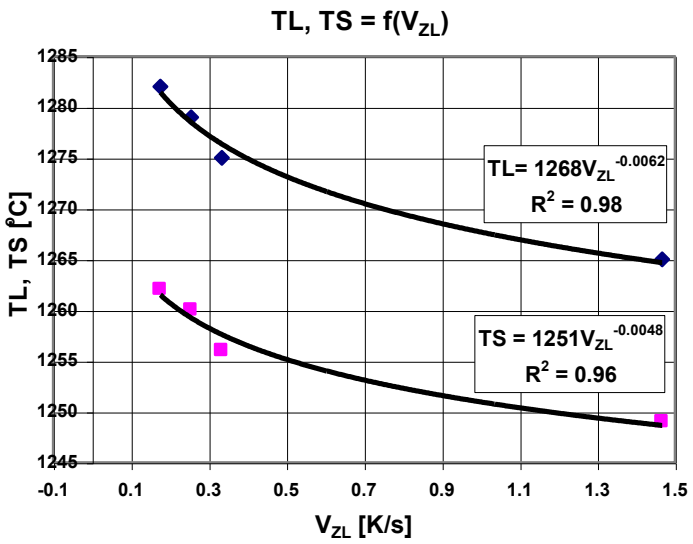


Rys. 4.2. Krzywe stygnięcia i krystalizacji ϕ60, ϕ30 – wytop C24Cr18
Fig. 4.2. Cooling and crystallization curves ϕ60, ϕ30 – melt C24Cr18

Tabela 1. Wybrane parametry krystalizacji żeliwa chromowego
Table 1. Parameters of crystallization procces of chromium cast iron

stop	ϕ	TZ	TL	TS	TH	VZL	VZS	VZH	VLS	VLH
	mm	°C				K/s				
C18Cr18	100	1548	1399	1282	1234	0.199	0.126	0.129	0.086	0.098
	80	1582	1399	1285	1224	0.336	0.217	0.220	0.139	0.162
	60	1567	1397	1282	1247	0.443	0.290	0.277	0.192	0.194
	30	1501	1394	1278	1236	1.551	0.885	0.863	0.634	0.664
C24Cr18	100	1572	1359	1275	1222	0.279	0.149	0.144	0.068	0.082
	80	1584	1357	1278	1232	0.538	0.242	0.231	0.094	0.113
	60	1543	1356	1277	1232	0.649	0.349	0.325	0.166	0.185
	30	1523	1353	1275	1226	1.635	0.939	0.765	0.488	0.447
C33Cr18	100	1454	1282	1262	1162	0.176	0.110	0.106	0.026	0.067
	80	1479	1279	1260	1151	0.255	0.163	0.157	0.034	0.098
	60	1473	1275	1256	1143	0.334	0.246	0.229	0.066	0.156
	30	1444	1265	1249	1130	1.467	0.942	0.671	0.188	0.390

TZ, TL, TS, TH - temperatury zalewania, likwidus, solidus, końca krzepnięcia;
V_{ZL}, V_{ZS}, V_{ZH}, V_{LS}, V_{LH}, - średnie prędkości stygnięcia w zakresie w/w temperatur.



Rys. 5. Temperatury przemian w funkcji szybkości stygnięcia V_{ZL} – wytop C33Cr18
Fig. 5. Transformation of temperatures in cooling function – melt C33Cr18

LITERATURA

[1] Studnicki A.: *Badanie procesu krystalizacji odlewniczych materiałów odpornych na ścieranie*. Archiwum Odlewnictwa, PAN-Katowice, rocznik 2, nr 4, 2002,
[2] Badania własne Katedry Odlewnictwa Politechniki Śląskiej (niepublikowane).

INFLUENCE OF COOLING RATE ON CRYSTALLIZATION PARAMETERS OF CHROMIUM CAST IRON

SUMMARY

The paper presents research method of crystallization process of casting materials. First experiments became passed with use of chromium cast iron (18 %Cr and 1.8; 2.4; 3.3 %C), which is most often practical material on heavy-section casting.

Recenzowała Prof. Ewa Majchrzak