

EKSPERYMENTALNE MODELOWANIE STYGNIECIA ODLEWU W FORMIE

A. STUDNICKI¹

Zakład Odlewnictwa Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych,
Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska
ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono eksperymentalną metodę umożliwiającą fizyczne modelowanie stygnięcia odlewów o różnych modułach krzepnięcia w formach odlewniczych. Pierwsze modelowanie przeprowadzono na żelwie chromowym stygnącym w klasycznej formie piaskowej i formie metalowej (kokili).

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

1. WPROWADZENIE

Zjawiska zachodzące w stygnącym układzie odlew-forma mają zasadnicze znaczenie przy wytwarzaniu odlewów. Nie tylko skład chemiczny ale i forma odlewnicza „steruje” procesem krystalizacji odlewu. Coraz dokładniejsze poznanie zjawisk w układzie odlew-forma może bardzo ułatwić wyjaśnienie wielu przyczyn wad odlewów i w dużej mierze przyczynić się do unowocześniania technologii odlewania. Naukowa obserwacja przebiegu stygnięcia w układzie odlew-forma w warunkach przemysłowych jest trudna, a czasami wręcz niemożliwa. Badacze próbują różnych sposobów wyjaśnienia zjawisk (tych pożądaných i tych niepożądaných) zachodzących w stosowanych i nowo opracowywanych procesach technologicznych. W ostatnich latach szeroko rozwijają się matematyczne metody modelowania wszelkich procesów technologicznych, w znacznym stopniu ułatwiają to dzisiaj komputery. Wydaje się jednak, że poznawanie rzeczywistości tylko poprzez świat wirtualny jest do końca niemożliwe i zaprzecza fizycznej stronie rzeczywistości. Fizyczne modelowanie

¹ dr inż., ajstud@zeus.polsl.gliwice.pl

odlewniczych procesów może być pomostem wiążącym świat wirtualny ze światem realnym w zakładzie odlewniczym.

W Zakładzie Odlewnictwa Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych 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 w formie standardowej piaskowej. Odlewnicy wiedzą, że ten sam materiał odlewniczy w zależności od geometrii odlewu i rodzaju formy, zastosowanej technologii uzyska różne własności użytkowe. Przy modelowaniu fizycznym należałoby ten fakt uwzględnić. Wykorzystując doświadczenia Zakładu Odlewnictwa [1,3] oraz standardową metodę ATD [2] opracowano ostatecznie metodę 3 próbników (wstępnie nazwano metodą ATD-K3). Szerzej metodę opisano w następnym punkcie.

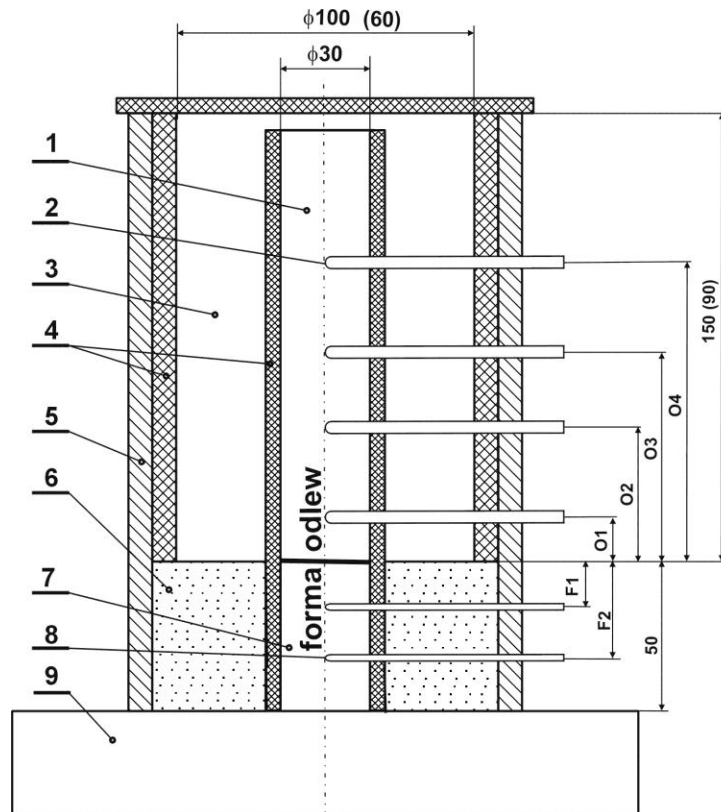
2. METODA BADAWCZA (ATD-K3)

Przy opracowywaniu metody ATD-K3 przyjęto podstawową zasadę, że pomiar temperatury w centrum cieplnym odlewu najlepiej charakteryzuje proces krystalizacji stopu (najłatwiej można odczytać parametry krystalizacji). Przy ostatecznym opracowaniu metody wykorzystano doświadczenia z prac, które zaprezentowano w publikacjach [1,3]. Skonstruowano serie próbników walcowych o różnych średnicach, tak dobranych aby znacznie zróżnicować szybkości stygnięcia odlewu. Przy doborze cech geometrycznych próbników wykorzystano symulacje komputerową. Aby zminimalizować rozmiary odlewu modelowego $\phi 30$ mm (z badanego materiału odlewniczego) oraz formy modelowej $\phi 30$ mm (z badanego materiału formy odlewniczej) zastosowano materiały termoizolacyjne. W przeprowadzonych badaniach zastosowano materiał izolacyjny o handlowej nazwie SIBRAL 300. Ostatecznie przyjęto następujące średnice d próbników: $\phi 30$ mm, $\phi 60$ mm, i $\phi 100$ mm oraz wysokość równą $1.5d$.

Precyzyjne określenie położenia centrum cieplnego odlewu jest prawie niemożliwe na podstawie symulacji komputerowej, chociażby ze względu na małą precyzję dostępnych parametrów termofizycznych materiałów. Z tego względu postanowiono w próbnikach (w odlewie modelowym) umieszczać co najmniej 2 termoelementy (najlepiej 4 w próbniku $\phi 100$ mm, 3 w próbniku $\phi 60$ mm i 2 w próbniku $\phi 30$ mm). Takie rozwiązanie pozwala na rejestrację krzywej stygnięcia w miejscu najbardziej zbliżonym do centrum cieplnego odlewu, bez względu na rodzaj stopu, materiału formierskiego i temperatury przegrzania. Oprócz termoelementów umieszczonych w odlewie modelowym w próbniku znajdują się także termoelementy zlokalizowane w formie modelowej.

Przy konstruowaniu próbników przyjęto jedno ważne założenie, że z każdego próbniaka powinniśmy uzyskać tzw. próbkę standardową o średnicy $\phi 30$ mm stanowiącą materiał do dalszych badań, szczególnie do badań metalograficznych. Problem ten rozwiązano stosując w próbnikach powyżej $\phi 30$ mm wkładkę cylindryczną z materiału termoizolacyjnego. Na rys.1 przedstawiono konstrukcję próbniaka $\phi 100$ ($\phi 60$) mm.

Stanowisko badawcze do rejestracji krzywych stygnięcia wg metody ATD-K3 składa się z zestawu 3 próbników, wielokanałowego przetwornika A/C i komputera PC, schematycznie przedstawionego na rys.2.



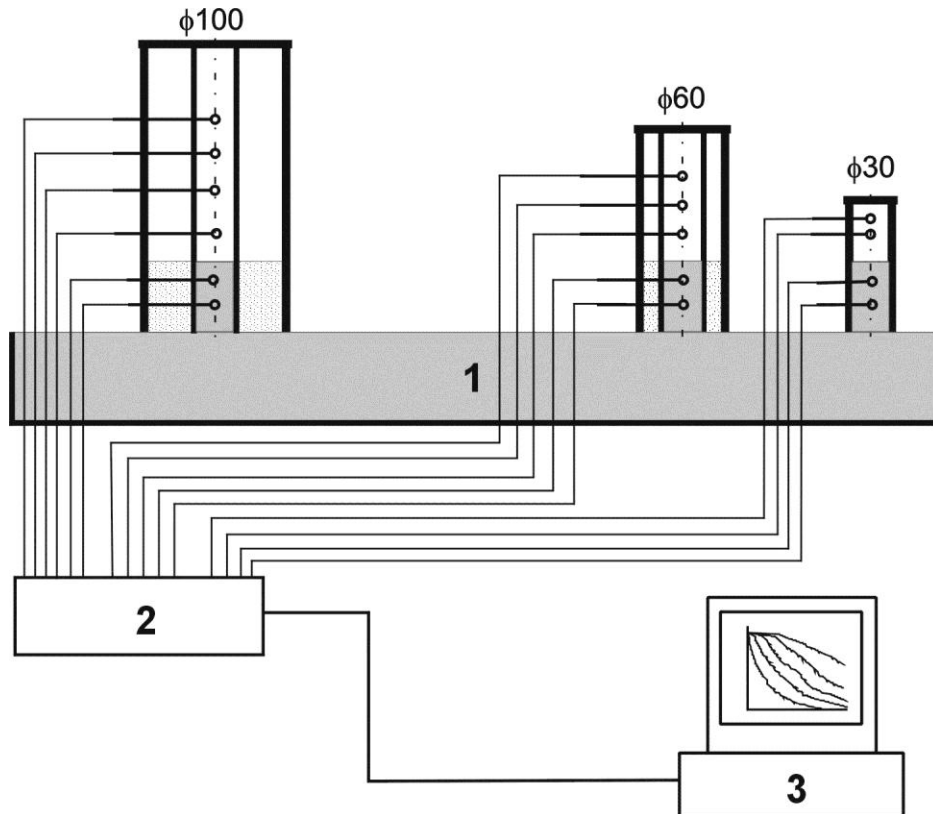
Rys.1 Konstrukcja próbniaka z izolacją cieplną

Fig.1 Construction of samplers with heat insulation.

1 – odlew modelowy $\phi 30$ mm - (cast model) 2 – kwarcowe osłony termoelementów w odlewie (shield of thermoelement in cast), 3 - izolator cieplny (heat insulator), 4 – materiał izolacyjny (insulating material), 5 – rura stalowa (steel pipe), 6 – wkładka forma (moulding material), 7 – forma modelowa $\phi 30$ mm (mould model), 8 – osłony termoelementów w formie (shield of thermoelement in mould), 9 – podstawa (base),

O1, O2, O3, O4 - odległości termoelementów od czoła odlewu modelowego umieszczone w odlewie (distance of thermoelements from cast surface in cast model)

F1, F2 - odległości termoelementów od czoła odlewu modelowego umieszczone w formie (distance of thermoelements from cast surface in mould model)



Rys.2 Schemat stanowiska badawczego w metodzie ATD-K3

Fig.2 Scheme of research station (ATD-K3 method)

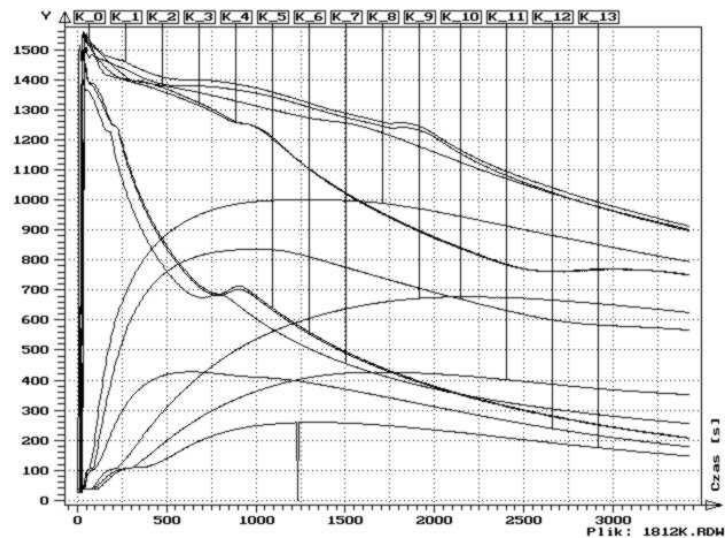
1 - zestaw próbników (set of samplers); 2 – wielokanałowy przetwornik A/C (a/d converter); 3 – komputer PC (PC computer)

3. REJESTRACJA PROCESU KRZEPNIĘCIA ŻELIWA CHROMOWEGO W FORMIE PIASKOWEJ I FORMIE METALOWEJ

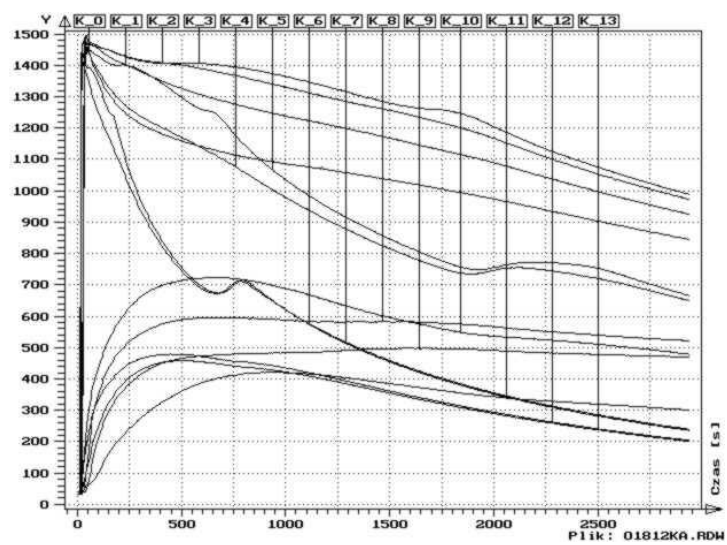
Celem badań było przetestowanie nowego stanowiska do eksperymentalnego modelowania procesu odlewania różnych materiałów w różnych formach. Rejestracja temperatur w odlewie modelowym i formie modelowej umożliwiła ciepłą charakterystykę układu odlew-forma. Do badań użyto żeliwo chromowe o zawartości chromu 12% i zawartości węgla 1.8%. Na rys.3 przedstawiono krzywe stygnięcia dla żeliwa chromowego w formie piaskowej - oznaczenie 1812K i w formie metalowej – oznaczenie O1812K. Kanały pomiarowe od K_0 do K_7 rejestrowały stygnięcie odlewu

modelowego a kanały K_8 do K_13 stygnięcie formy modelowej. Na rys.3a kanał K_7 pokazuje krzywą stygnięcia zarejestrowaną w standardowym próbniku ATD-C.

a)



b)



Rys.3 Krzywe stygnięcia zarejestrowane w próbnikach $\phi 30$, $\phi 60$, $\phi 100$:

a) wytop 1812K b) wytop O1812K

Fig.3 Cooling curves in samplers $\phi 30$, $\phi 60$, $\phi 100$: a) melt 1812K b) melt O1812K

4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania testowe na nowym stanowisku do fizycznego modelowania procesu stygnięcia odlewu w formie grawitacyjnej potwierdziły słuszność tego kierunku badań. Zarejestrowane krzywe stygnięcia w badanych układach odlew-forma wnoszą wiele informacji do opisu zjawisk zachodzących podczas stygnięcia w formie. Zgromadzone informacje o układzie cieplnym odlew-forma w powiązaniu z informacjami o strukturze analizowanego stopu (wyniki badań własności odlewu modelowego) pomogą wyjaśnić mechanizm budowania własności odlewu w czasie procesu technologicznego odlewania. Na przedstawionym stanowisku badawczym wykonano już serię badań odlewania żeliwa chromowego w formie piaskowej (pierwsze wyniki autor wraz ze współpracownikami przedstawił w artykule „Analiza odlewania żeliwa chromowego w formie piaskowej – fizyczne modelowanie procesu stygnięcia” zamieszczonym w niniejszym numerze *Archiwum Odlewnictwa*). Na podstawie przeprowadzonych badań można określić kilka zalet proponowanej metody badawczej:

1. duża prostota przy dużej ilości zbieranych informacji,
2. duża uniwersalność metody – różne stopy, różne formy odlewnicze,
3. możliwość wykorzystania zgromadzonych informacji do wyznaczenia parametrów termofizycznych badanych stopów i materiałów formierskich w zadaniu odwrotnym,
4. łatwy opis procesu odlewania w funkcji szybkości stygnięcia układu odlew-forma,
5. łatwe wykorzystanie odlewu modelowego $\phi 30$ mm do dalszych badań metalograficznych itd. (szczególnie ważne dla materiałów odlewniczych trudnoobrabialnych).

LITERATURA

- [1] Studnicki A.: *Badania procesu krystalizacji odlewniczych materiałów odpornych na ścieranie*, *Archiwum Odlewnictwa*, vol.2, nr 4, 2002,
- [2] Jura S.: *Istota metody ATD*. Nowoczesne Metody Oceny Jakości Stopów. Praca zbiorowa, s.5-14. PAN-Katowice, 1985.
- [3] Badania własne Zakładu Odlewnictwa Politechniki Śląskiej (niepublikowane).

EXPERIMENTAL MODELING OF CAST COOLING IN FOUNDRY MOULD

The paper presents research method of cooling process of casting materials in foundry mould (sand and metal mould). First experiment became passed with use of chromium cast iron.

Recenzował Prof. Józef Gawroński