

**KRZEPNIĘCIE KOMPOZYTÓW HYBRYDOWYCH
AlMg10/SiC+C_{gr}**

M. ŁĄGIEWKA¹, Z. KONOPKA², A. ZYSKA³
Katedra Odlewnictwa Politechniki Częstochowskiej
Al. Armii Krajowej 19, 42-200 Częstochowa

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono temperaturę czoła strugi płynącej suspensji kompozytowej na osnowie stopu AlMg10 z cząstkami SiC, wyznaczoną na podstawie pomiarów temperatury we wnętrzu formy próby spiralnej. Pokazano również kinetykę krzepnięcia podczas przepływu kompozytu.

Key words: castability, composites, aluminium alloys

1. WSTĘP

Obecność cząstek ceramicznych w osnowie metalowej wpływa znacząco na proces jej płynięcia i krzepnięcia. Cząstki ceramiczne powodują zmianę kinetyki krzepnięcia płynącego stopu przede wszystkim ze względu na inne warunki termodynamiczne płynącej i krzepnącej suspensji w porównaniu z płynącym i krzepnącym materiałem osnowy [1]. Wprowadzenie cząstek ceramicznych do osnowy metalowej powoduje zmianę własności cieplnych w porównaniu ze stopem osnowy tj.: przewodności cieplnej, ciepła właściwego, oporu cieplnego na granicy metal forma itp. [2]. Cząstki ceramiczne pod wpływem przemieszczającego się frontu krystalizacji ulegają segregacji, tworzą skupiska, ponieważ w zależności od wielkości cząstek mogą ulec wchłanianiu bądź odpychaniu przez front krystalizacji [3,4,5]. Zapewnienie

¹ dr inż., cis@mim.pcz.czyst.p

² dr hab. inż. Prof. P. Cz., konopka@mim.pcz.czyst.pl

³ dr inż., zyska@mim.pcz.czyst.p

szeregu korzystnych własności kompozytów jest możliwe tylko w przypadku poznania procesów krzepnięcia i odpowiednim sterowaniem tym procesem.

2. METODYKA BADAŃ

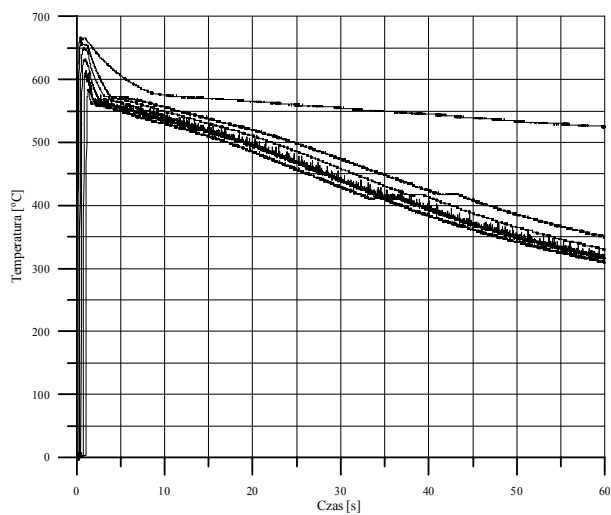
W pracy wytworzono kompozyty na osnowie stopu AlMg10 zawierające: 8% SiC+2% C_{gr}, 10% SiC+5% C_{gr} oraz 20% SiC+10% C_{gr}. Średnia wielkość cząstek wynosiła 71-100µm. Do badań przygotowano stanowisko umożliwiające pomiar rozkładu temperatur w poszczególnych miejscach wnętrza formy odlewniczej. Forma została wykonana z masy formierskiej olejowej. W formie zostały rozmieszczone termoelementy Ni-NiCr. Dla kompozytu zawierającego sumarycznie 10% cząstek termoelementy rozmieszczono co 100 mm, dla kompozytów zawierających 20% mieszaniny cząstek co 50 mm, a dla 30% co 25mm. Suspensję przygotowano za pomocą mieszania mechanicznego, podczas którego wprowadzano cząstki ceramiczne. Przygotowaną w ten sposób suspensję odlewano grawitacyjnie do uprzednio przygotowanych form do próby lejności. Rejestrację pomiaru temperatur w czasie płynięcia i krzepnięcia suspensji w kanale formy wykonano za pomocą komputerowej laboratoryjnej karty pomiarowej PCL 818. Z zarejestrowanych pomiarów uzyskano krzywe przedstawiające zmiany temperatur w poszczególnych miejscach wnętrza formy w czasie w jakim ten przepływ nastąpił.

3. WYNIKI BADAŃ I ANALIZA

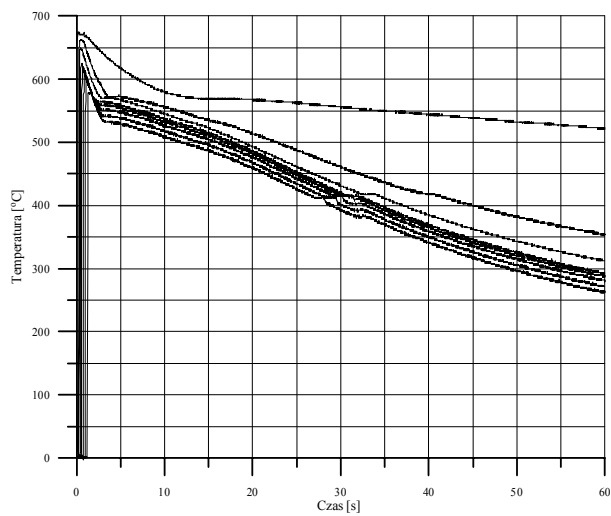
Ze wzrostem udziału objętościowego cząstek lepkość kompozytu maleje. Ma to bezpośredni wpływ na lejność badanych materiałów, która zdecydowanie malała ze wzrostem ilości cząstek. Dla kompozytów zawierających 10% cząstek długość zalanej spirali wynosiła (jako średnia długość z 5 prób) 548 mm, dla kompozytów zawierających 20% Cząstek 355mm, a dla kompozytów zawierających sumarycznie 30% odpowiednio 74mm.

Zainstalowane we wnętrzu formy termoelementy pozwoliły uzyskać krzywe przedstawiające zmiany temperatury w poszczególnych miejscach wnętrza formy podczas płynięcia i krzepnięcia badanych suspensji. Zarejestrowane krzywe przedstawiono na rysunkach 1, 2 i 3.

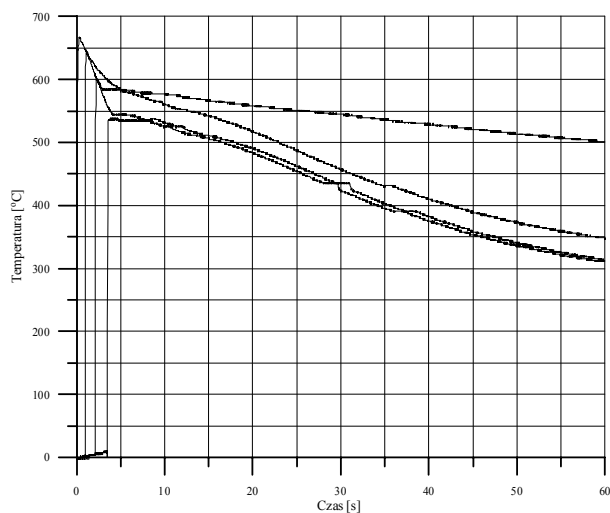
Na podstawie zarejestrowanych krzywych przedstawiających zmiany temperatury w poszczególnych miejscach wnętrza formy można wyznaczyć pola temperatury w kanale formy oraz kinetykę krzepnięcia metalu. Na rysunku 4 przedstawiono temperaturę czoła strugi badanych suspensji kompozytowych. Na wykresie tym uwidacznia się wpływ ilości cząstek na kinetykę stygnięcia kompozytu.



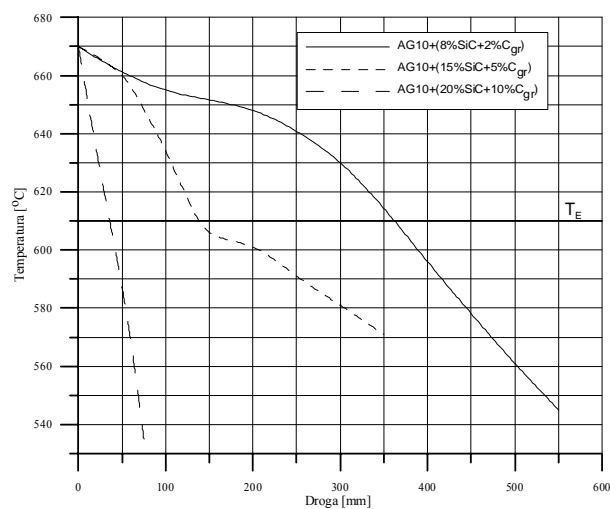
Rys. 1. Krzywe temperatury dla kompozytu AlMg10 (8%SiC+2%C_{gr})
 Fig. 1. Temperature curves for the AlMg10 (8%SiC+2%C_{gr}) composite



Rys. 2. Krzywe temperatury dla kompozytu AlMg10 (10%SiC+5%C_{gr})
 Fig. 2. Temperature curves for the AlMg10 (10%SiC+5%C_{gr}) composite



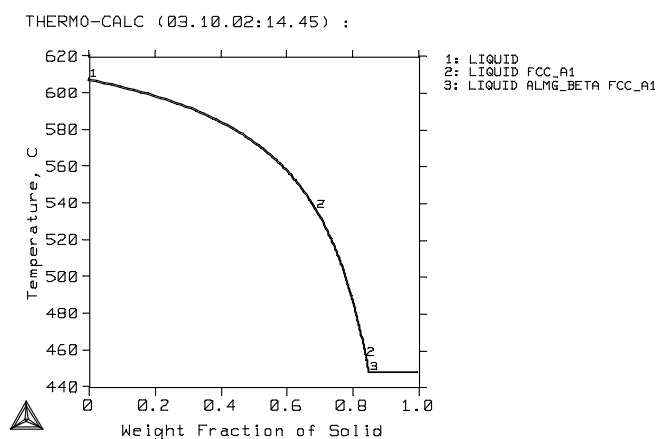
Rys. 3. Krzywe temperatury dla kompozytu AlMg10 (20%SiC+10%C_{gr})
 Fig. 3. Temperature curves for the AlMg10 (20%SiC+10%C_{gr}) composite



Rys. 4. Temperatura czoła strugi metalu
 Fig. 4. Temperature of metal stream front

Podczas płynięcia można ocenić kinetykę krzepnięcia znając zależność ilości fazy stałej od temperatury. W teorii krystalizacji przyjmuje się różne funkcje temperaturowe ilości wykrystalizowanej fazy stałej w celu ilościowej oceny kinetyki procesu. W celu wyznaczenia temperaturowej funkcji ilości fazy stałej podczas krzepnięcia dla stopu

AlMg10 wykonano symulację komputerową przy użyciu programu Thermo-Calc wersja M w module SCHEIL-GULLIVER. Wynik symulacji przedstawiono na rysunku 5.



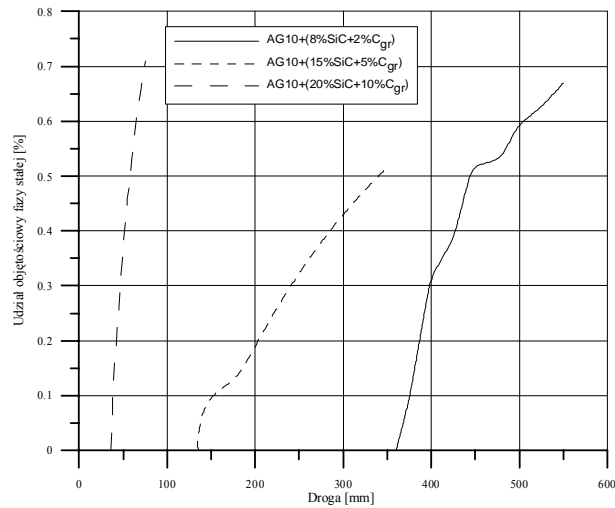
Rys. 5. Udział fazy stałej podczas krzepnięcia stopu AlMg10
Fig. 5. Rate of solid phase during solidification of AlMg 10 alloy

Z krzywej zmian udziału fazy stałej przedstawionej na rysunku 5 wyznaczono temperaturową funkcję ilości fazy stałej podczas krzepnięcia:

$$S(T) = \frac{20.87}{1 + e^{\frac{(T-750)}{44.8}}} - 20 \quad (1)$$

gdzie: T - chwilowa temperatura metalu.

Na rysunku 6 przedstawiono graficzny obraz zmiany udziału objętościowego fazy stałej na długości spiral dla badanych kompozytów obliczony z powyższego równania. Odmienne charaktery przepływu świadczą o dużym wpływie cząstek na przepływ suspensji oraz na procesy krzepnięcia takich układów przejawiające się zarówno w warunkach wymiany ciepła odlew-forma jaki oddziaływania cząstek na krystalizację stopu. Należy przypuszczać, że cząstki węgla krzemu biorą aktywny udział w procesie krystalizacji kompozytu, czym można tłumaczyć mniejszą lejnosc i wzrost intensywności krystalizacji.



Rys. 6. Zmiana udziału objętościowego fazy stałej podczas płynięcia
Fig. 6. Change of the volume solid phase fraction during flow

LITERATURA

- [1] Śleżiona J.: *Kształtowanie właściwości kompozytów stop Al-czastki ceramiczne wytwarzanych metodami odlewniczymi*, Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej z.47, Gliwice 1994.
- [2] Sobczak J.: *Kompozyty metalowe*, Instytut Odlewnictwa, Kraków-Warszawa 2001,
- [3] Fraś E.: *Krystalizacja metali*, WNT, Warszawa 2003
- [4] Braszczyński J., Cisowska M., *Próba oceny krzepnięcia kompozytów hybrydowych AlMg/SiC+C_{gr}*, *Krzepnięcie Metali i Stopów* nr 40, 1999,
- [5] Konopka Z., Cisowska M., Zyska A.: *Krzepnięcie suspensji kompozytowej podczas płynięcia w formie*, *Kompozyty*, r.5, nr 4, 2005.

SOLIDIFICATION OF HYBRIDE AlMg10/SiC+C_{gr} COMPOSITES

SUMMARY

The temperature of the stream front of the flowing composite suspension containing SiC particles dispersed in the AlMg10 alloy matrix was presented in the paper. This temperature was determined on the basis of measuring the temperature in the cavity of the mold used for castability test. The kinetics of solidification during composite flow was also presented.

Recenzował: Prof. Zygmunt Nitkiewicz