

**WPLYW TEMPERATURY ODLEWANIA NA INTENSYWNOŚĆ
PRZEPLYWU STOPÓW Al-Si W KANAŁE PRÓBY SPIRALNEJ****BINCZYK F., PIĄTKOWSKI J., SMOLIŃSKI A.****Katedra Technologii Stopów Metali i Kompozytów
Politechnika Śląska 40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8, POLAND.****STRESZCZENIE**

Lejność jest jedną z podstawowych własności technologicznych istotnie wpływających na uzyskanie odlewów bez wad. Dla siluminów duże znaczenie ma temperatura przegrzania ciekłego metalu. Badania wstępne wskazują iż istnieje związek pomiędzy temperaturą odlewania a przebiegiem procesu przepływu stopu w kanale próby spiralnej. W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem temperatury odlewania siluminów: AK11 i AK 20 na szybkość przepływu czołówki strugi metalu w kanale próby spiralnej. W określonych odcinkach spirali dokonano pomiaru temperatury metodą jednoczesnej analizy termicznej krzywych ATD i DTA, z których obliczono czasy przepływu czoła strugi stopu oraz charakterystyczne temperatury krzepnięcia i przechłodzenia.

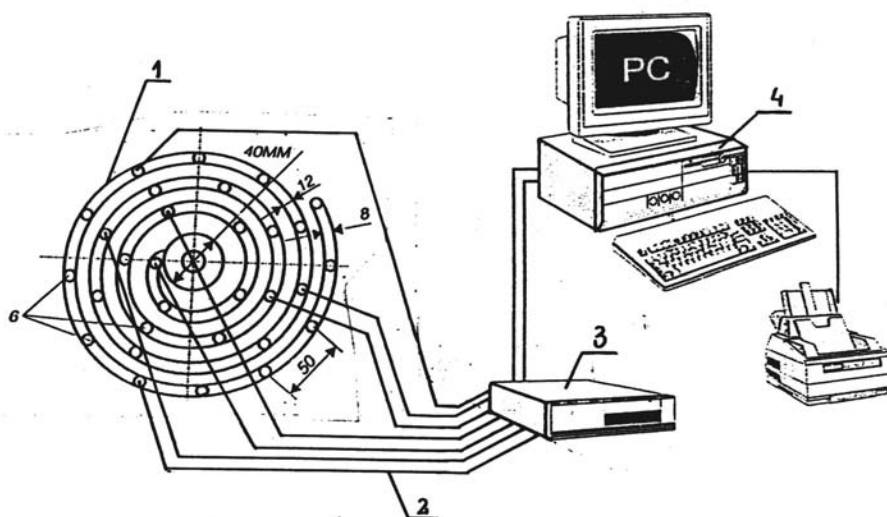
1. Wprowadzenie

W przypadku siluminów duże znaczenie ma temperatura przegrzania ciekłego stopu [1,2]. Nie może ona być zbyt wysoka, jak również zbyt niska ze względu na rosnącą lepkość spowodowaną rozpuszczaniem gazów i zanieczyszczeń dla wysokiego stopnia przegrzania oraz zarodkowania i krystalizacją przy zbyt małym przegrzaniu [3,4,7]. Autorzy niniejszej pracy dokonali analizy wpływu temperatury zalewania na długość zalanego kanału próby spiralnej oraz na szybkość przepływu czołówki strugi w tym kanale dla siluminów AK11 i AK20. Zbyt wysoka temperatura przegrzania ciekłego stopu powoduje większą rozpuszczalność gazów co wpływa na powstanie licznych wtrąceń niemetalicznych. Postanowiono zatem wyznaczyć przedział temperatury odlewania, w którym istnieją optymalne warunki dla osiągnięcia w/w wymagań. Ma to szczególne znaczenie dla siluminów szeroko stosowanych na elementy silników

spalinowych. Od wielu lat prowadzone są badania nad opracowaniem metody oceny lejności, zapewniającej prowadzenie eksperymentów w warunkach zbliżonych do rzeczywistych warunków w formie odlewniczej. Autorami wielu prac nad lejnością i sposobu jej oceny są: J. Mutwil i A. Bydałek [5,6]. Dokonali oni gruntownej oceny istniejących metod pomiarowych oraz zaproponowali nowe rozwiązania oparte o techniki mikroprocesorowe.

2. Metodyka badań

Do badań wytypowano silumin AK11 oraz AK20. Wytopy prowadzono w piecu indukcyjnym KS 400/10 w tyglu grafitowym pod pokryciem ochronnym (60% NaF i 40% KCL). Po roztopieniu siluminy poddano rafinacji preparatem „RAFGLIN-2” w ilości 0,3% wag. Po określonym czasie dokonano modyfikacji. Silumin AK20 modyfikowano stopem CuP (8,5% P) w ilości 0,1% P, zaś silumin AK11 preparatem MODAL 1 w ilości 0,3%. W celu oceny intensywności przepływu czołówki strugi metalu w kanale próby spiralnej zainstalowano termoelementy NiCr-NiAl o średnicy drutu 0,4 mm. (bez osłonek kwarcowych), co miało na celu wyeliminowanie bezwładności pomiaru. Temperaturę rejestrowano w obszarze 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25 i 29 „występu” spirali. Schemat stanowiska badawczego do oceny intensywności przepływu badanych siluminów przedstawiono na rys.1.



Rys.1. Stanowisko badawcze do oceny intensywności przepływu siluminów AK11 i AK20: 1) spirala, 2) termoelementy, 3) rejestrator temperatury, 4) komputer.

Fig.1. Research stand to assessment of flow intensity of AK11 and AK20 silumins: 1) spiral casting, 2) thermocouple, 3) temperature of register, 4) computer.

Temperaturę odlewania stopów kontrolowano dodatkowym, płaszczowym termoelementem NiCr-NiAl zanurzonym w tyglu grafitowym. Wartości temperatury odlewania stopów oraz uzyskane wyniki długości spirali zamieszczono w tablicy 1.

Tablica 1 Długość zalania wneki próby spiralnej w zależności od temperatury

AK11	$T_{odl. [^{\circ}C]}$	800	750	700	660	630	600
	Ilość występów	22	17	19	14	12	6
	Długość [cm]	114,5	87,4	95,5	74,5	61,1	34,6
AK20	$T_{odl. [^{\circ}C]}$	900	870	840	810	780	750
	Ilość występów	24	22	25	19	17	14
	Długość [cm]	122,2	114,8	129,0	100,0	86,0	74,8

Tablica 2. Wartości charakterystycznych temperatur odczytane z wykresu TA i ATD.

Odlewany Stop	Temp. odlewania [$^{\circ}C$]	Temp. z wykresu [$^{\circ}C$]	Nr. występu spirali [$^{\circ}C$]			
			1	9	17	25
AK11	800	T_{max}	815,9	794,9	695,8	644,6
		T_{liq}	661,8	636,5	614,4	584,2
	750	T_{max}	727,1	695,0	663,7	559,8
		T_{liq}	684,6	643,3	622,8	553,4
	700	T_{max}	728,1	671,1	633,0	592,1
		T_{liq}	634,7	609,1	563,0	548,9
	660	T_{max}	792,7	690,3	645,9	583,3
		T_{liq}	720,1	645,8	631,8	550,3
	630	T_{max}	737,6	634,5	618,5	-
		T_{liq}	659,5	610,7	585,0	530,7
	600	T_{max}	745,5	624,1	612,8	507,7
		T_{liq}	677,1	552,2	546,0	-
AK20	900	T_{max}	726,3	631,4	541,6	577,7
		$T_{E max}$	675,7	550,8	541,6	554,5
	870	T_{max}	682,6	659,3	577,6	571,8
		$T_{E max}$	625,8	548,2	549,9	553,2
	840	T_{max}	667,3	605,2	595,6	590,8
		$T_{E max}$	654,3	553,1	553,4	559,2
	810	T_{max}	607,5	576,7	551,6	544,2
		$T_{E max}$	562,5	560,1	552,0	544,9
	780	T_{max}	616,3	585,0	510,9	-
		$T_{E max}$	505,2	512,5	502,7	-
	750	T_{max}	566,3	551,3	-	-
		$T_{E max}$	562,0	537,8	-	-

Charakterystyczne parametry krystalizacji w poszczególnych punktach pomiarowych odczytane z wykresów TA i ATD zamieszczono w tabelicy 2. W tabelicy 3 natomiast przedstawiono odczytane z wykresu DTA poszczególne różnice czasowe.

Tablica3. Różnice czasowe „dojścia” czołówki ciekłego stopu do poszczególnych punktów pomiarowych spirali.

Stop	Temperatura odlewania [°C]	Różnice czasowe [s]					
		τ_{1-2}	τ_{2-3}	τ_{3-4}	τ_{4-5}	τ_{5-6}	τ_{6-7}
AK11	800	0,36	0,40	0,52	0,68	0,52	-
	750	0,40	0,40	0,52	0,60	-	-
	700	0,32	0,44	0,52	0,64	-	-
	660	0,32	0,38	0,44	-	-	-
	630	0,36	0,44	-	-	-	-
	600	0,36	-	-	-	-	-
AK20	900	0,40	0,52	0,60	0,68	0,84	-
	870	0,32	0,44	0,52	0,72	0,92	-
	840	0,36	0,40	0,48	0,52	0,62	-
	810	0,40	0,44	0,60	0,96	-	-
	780	0,38	0,40	0,60	1,12	-	-
	750	0,36	0,40	0,52	1,00	-	-

3. Analiza wyników badań

Jak wynika z tabelicy1 długość zalanej spirali nie zawsze jest największa dla najwyższej temperatury. Szczególnie dla siluminu AK20 najlepszą lejność wyrażoną długością spirali uzyskano dla temperatury odlania 840°C. Poniżej tej temperatury lejność wyraźnie obniża się. Podobną zależność uzyskano dla siluminu AK11, dla którego temperatura 700°C wydaje się być optymalną. Ogólnie można stwierdzić, że lepszą lejnością cechuje się silumin AK20. Autorzy niniejszej pracy zauważyli, iż w miarę przepływu czołówki strugi metalu jej temperatura obniża się dość systematycznie. W przypadku gdy temperatura płynącej strugi jest wyższa od T_{liq} , szybkość przepływu (mierzona czasem) nie ulega znacznej zmianie. Gwałtowne skrócenie czasu przepływu obserwuje się, gdy temperatura strugi obniża się poniżej T_{liq} . Zatrzymanie czołówki strugi zachodzi w przypadku gdy jej temperatura uzyskuje wartość eutektyczną. Dla stopu AK11 odlanego z temperatury 600°C czas przepływu przez pierwszy odcinek pomiarowy jest taki sam jak dla temperatury 800°C. Mimo tego czołówka nie dopływa do kolejnego punktu pomiarowego, ponieważ temperatura stopu uzyskuje wartość eutektyczną. Z tabelicy 3 wynika, że czas przepływu ciekłej strugi pomiędzy kolejnymi punktami pomiarowymi stopniowo ulega wydłużeniu. Przedziały czasowe przepływu strugi pomiędzy kolejnymi punktami pomiarowymi nie maleją (jak by się można było tego spodziewać) dla najwyższej temperatury odlewania. Najlepszą lejnością jak już wspomniano cechują się siluminy AK20 odlane z temperatury 840°C i AK11 odlane z temperatury 700°C. Dla tych wartości temperatury, przedziały czasowe przepływu

czołówki metalu są najmniejsze, co może być spowodowane małą lepkością stopów w tych temperaturach. W wysokiej temperaturze lepkość stopów rośnie ze względu na większą zdolność rozpuszczania zanieczyszczeń i gazów. Znaczne obniżenie lejułości stopu dla niższej temperatury odlewania wiąże się z szybko postępującym procesem zarodkowania i wzrostu pierwotnych kryształów Si (dla stopu AK20) i eutektyki (dla stopu AK11).

4. Podsumowanie

Wyniki badań wskazują na korzystny zakres temperatury odlewania $\sim 700^{\circ}\text{C}$ dla siluminu AK11 i 840°C dla siluminu AK20. Zastosowana metoda badania pozwala na określenie momentu gwałtownego obniżenia lejułości. Pomimo, że całkowita długość spirali stopu odlanego z wyższej temperatury jest większa, to przy większej lepkości i napięciu powierzchniowym odtwarzalność kształtów formy będzie gorsza. Dla w/w temperatury odlewania stopów warunki przepływu ciepła metalu w kanale próby spiralnej (kanały układu wlewowego i wnęki formy) są optymalne. Optymalna temperatura odlewania wiąże się prawdopodobnie z małą lepkością stopów, zależną od stopnia rozpuszczenia zanieczyszczeń i gazów [8].

Literatura

- [1] Poniewierski Z.: Krystalizacja, struktura i właściwości siluminów, WNT Warszawa 1989
- [2] Wasilewski P.: Siluminy – modyfikacja i jej wpływ na strukturę, Monografia, „Krzepnięcie Metali i Stopów”, t. 21, PAN – Katowice 1993
- [3] Podrzucki G.: Metalurgia i odlewnictwo żeliwa, cz.2, laboratorium, skrypt AGH, nr 815, Kraków 1981
- [4] Niechendzi J.A.: Litiejnyje svojstva splavov, „Nauka”, Moskva 1967
- [5] Mutwil J.: Nowa metoda badań mechanizmu krzepnięcia metali i stopów w okresie przepływu, „Krzepnięcie Metali i Stopów”, t. 38, PAN – Katowice 1998, s. 59
- [6] Mutwil J., Bydałek A., Niedziecki D.: Stan obecny i perspektywiczny rozwoju badań nad lejułością metali i stopów, „Krzepnięcie Metali i Stopów”, PAN – Katowice 1940, s. 53
- [7] Mutwil J.: Wpływ napięcia powierzchniowego siluminów na ich zdolność do wypełniania formy odlewniczej, III Konferencja „Zjawiska powierzchniowe w procesach odlewniczych”, Poznań-Kołoźbrzeg, 1996
- [8] Missol W.: Energia powierzchni rozdziału form w metalach, Wyd. „Śląsk”, Katowice 1975

Recenzował
Prof. dr hab. inż. Stanisław Jura