

**ODPORNOŚĆ NA ZUŻYCIE ŚCIERNE
USZLACHTNIONYCH POWIERZCHNIOWO
ODLEWÓW ZE STOPU C355**A.W. ORŁOWICZ¹, M. MRÓZ²Zakład Odlewnictwa i Spawalnictwa, Politechnika Rzeszowska,
ul. W. Pola 2, 35-959 Rzeszów**STRESZCZENIE**

Praca dotyczy ustalenia wpływu prędkości skanowania łukiem elektrycznym (0,33, 0,67, 1,00, 1,33 cm/s) na ilość ciepła wprowadzonego do obszaru nadtopień, strukturę oraz odporność na zużycie ściernie uszlachetnionych powierzchniowo odlewów ze stopu C355. Uzyskane rezultaty przedstawiono w sposób wykreślny.

Key words: C355 alloy, rapid solidification, wear intensity.

WSTĘP

Dla utrzymania się na konkurencyjnym rynku odlewniczym wymagane jest ciągle unowocześnianie produkcji. Coraz większe uznanie zyskują technologie umożliwiające lokalne uszlachetnianie powierzchni odlewów. W tym kierunku idą prace wielu ośrodków naukowych. Część tych prac dotyczy możliwości kształtowania mikrostruktury warstwy wierzchniej odlewów poprzez zastosowanie dużej szybkości jej chłodzenia, po uprzednim nadtopieniu powierzchniowym. Spośród stopów aluminium z krzemem dużym zainteresowaniem cieszy się stop C355, dzięki dobrym właściwościom odlewniczym. Zwiększenie szybkości krystalizacji stopu wpływa na obniżenie wartości parametru strukturalnego λ_{1D} (odległości pomiędzy osiami dendrytów fazy

¹ dr hab. inż., prof.PRz, aworlow@prz.rzeszow.pl

² dr inż., mfmroz@prz.rzeszow.pl

α), λ_{2D} (odległości pomiędzy gałęziami dendrytów fazy α) oraz parametru strukturalnego λ_E (odległości pomiędzy wydzieleniami krzemu w eutektyce). Szereg autorów zajmowało się ustaleniem wpływu szybkości chłodzenia na wartość parametru strukturalnego stopów Al-Si [1-3] oraz ustaleniem związku pomiędzy właściwościami użytkowymi tych stopów, a wartością parametru strukturalnego λ [3-8]. Do uszlachetniania powierzchniowego odlewów z zastosowaniem skoncentrowanego strumienia ciepła stosuje się laser, a także plazmę łuku elektrycznego. Ta ostatnia technika, dzięki znacznemu postępowi w unowocześnieniu sprzętu i z uwagi na jego cenę powinna znaleźć szerokie zastosowanie

W metodzie tej przy zastosowaniu ustalonej atmosfery ochronnej, określonej długości łuku elektrycznego i przy stałym natężeniu prądu o ilości wprowadzonego ciepła do obszaru nadtopień oraz o strukturze materiału w obszarze nadtopień decyduje prędkość skanowania łukiem elektrycznym.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu prędkości skanowania łukiem elektrycznym na ilość wprowadzonego ciepła do obszaru nadtopień na strukturę i odporność na zużycie ścierne materiału nadtopień.

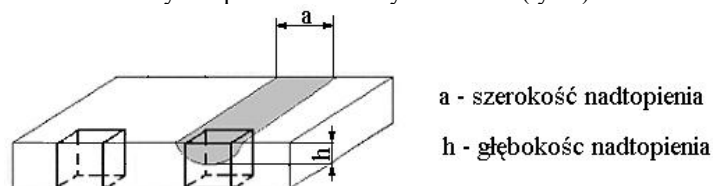
2. METODYKA BADAŃ

Materiał do badań stanowił stop C355 (4,56%Si, 1,25%Cu, 0,12%Fe, 0,50%Mg, 0,02%Mn, 0,14%Ti, reszta Al), z którego wykonano kokilowe odlewy płyt o wymiarach 250x50x15. Płyty były następnie montowane na kalorymetrze przepływowym, na którym realizowano proces nadtopiania [9]. Nadtopienia wykonano z zastosowaniem urządzenia do spawania metodą GTAW (Faltig 315 AC/DC). Stosowano prędkość skanowania plazmą łuku elektrycznego $v_s = 0,33, 0,67, 1,00$ i $1,33$ cm/s, przy stałej wartości natężenia prądu $I = 300$ A. Nadtopienia wykonano w atmosferze argonu, łukiem elektrycznym o długości 6 mm, stosując elektrodę wolframową o średnicy 4 mm.

Ilość ciepła wprowadzonego do obszaru nadtopień oceniono z zastosowaniem kalorymetru przepływowego. Wyniki dotyczyły nadtopień o długości 200 mm

Parametr strukturalny λ_{1D} określono na zglądach wyciętych równolegle do osi wzdłużnej nadtopień, w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni lica. Parametr λ_{1D} oceniano u podstawy nadtopień. Przy jego wyznaczaniu stosowano powiększenie 800x.

Z odlewów płyt, z materiału rodzimego oraz z obszaru nadtopień, wycięto próbki do badań struktury i odporności na zużycie ścierne (rys.1).



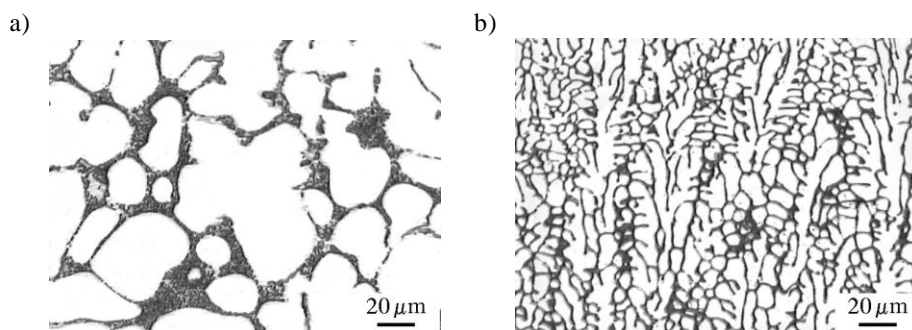
Rys.1. Sposób pobierania próbek do badań intensywności zużycia ściernego.
Fig. 1. Sampling for metallographic examination and for testing of frictional wear intensity.

Jako miarę odporności na zużycie ściernie przyjęto wartość współczynnika intensywności zużycia ściernego Z_i . Do określenia wartości tego współczynnika stosowano wyrażenie $Z_i = \omega / L$, gdzie: $\omega = \Delta m / \rho \cdot s$, cm, Δm - różnica masy próbki, g, ρ - gęstość materiału próbki, g/cm³, s - pole powierzchni trącej próbki, cm², L - droga tarcia, cm.

W badaniach odporności na zużycie ściernie przeciwpróbkę stanowiła tarcza (wykonana z ulepszonej cieplnie, do twardości 46 HRC, stali węglowej o zawartości 0,55% C) zamocowana na urządzeniu wprowadzającym ją w ruch obrotowy, przy zachowaniu pionowej osi obrotu. Badania prowadzono przy prędkości liniowej, wzajemnego przemieszczania się próbki i przeciwpróbki $v_t = 1,6$ m/s oraz przy obciążeniu próbki siłą $F = 100$ N. Czas ścierania τ wynosił 120 min.

3. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Strukturę materiału rodzimego oraz z obszaru nadtopień pokazano na rysunku 2.



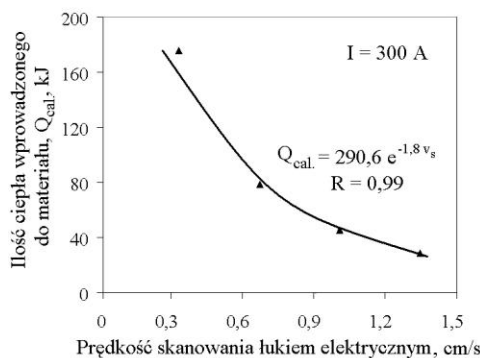
Rys.2. Mikrostruktura materiału rodzimego (a) oraz materiału z obszaru nadtopień (b) odlewów ze stopu C355

Fig.2. Typical microstructure of C355 alloy; (a) in as cast condition, (b) in the fused area.

Parametr strukturalny λ_{1D} w obszarze nadtopień w zależności od zastosowanej prędkości skanowania łukiem elektrycznym zmieniał się w zakresie od 15,1 μm do 19,5 μm .

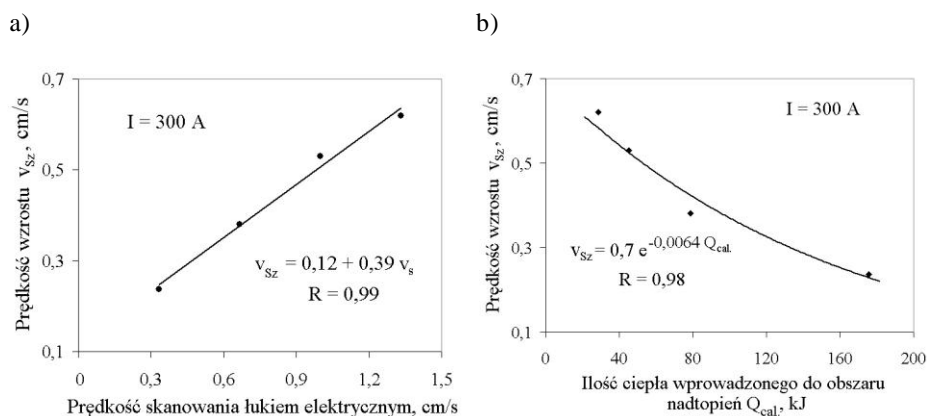
Badania kalorymetryczne pozwoliły na określenie ilości ciepła wprowadzonego do nagrzewanego materiału. Wpływ prędkości skanowania łukiem elektrycznym na ilość ciepła wprowadzonego do nagrzewanego materiału przedstawia rysunek 3.

Do określania prędkości wzrostu dendrytów fazy α można stosować wyrażenie zaproponowane przez M.W. Szamanina [10]. Prędkość wzrostu dendrytów fazy α w kierunku osi głównych w zależności od prędkości skanowania łukiem elektrycznym oraz ilości ciepła zużytego na utworzenie nadtopień przedstawiono na rysunku 4.



Rys.3. Wpływ prędkości skanowania łukiem elektrycznym na ilość ciepła wprowadzonego do nagrzewanego materiału

Fig. 3. The effect of the electric arc advance speed on the net heat input to the fusion area.

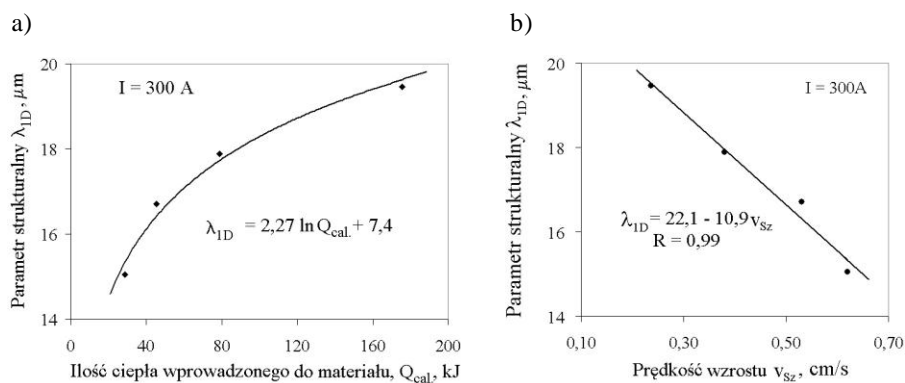


Rys.4. Prędkość wzrostu w funkcji prędkości skanowania łukiem elektrycznym (a) oraz ilości ciepła zużytego na utworzenie nadtopień (b).

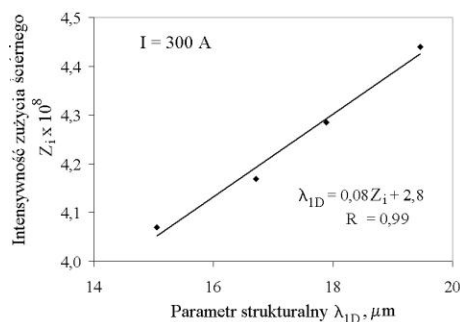
Fig.4. The effect of the arc advance speed (a) and net heat input to the fusion area (b) on the growth rate.

Wpływ ilości ciepła wprowadzonego do obszaru nadtopień oraz prędkości wzrostu fazy α na parametr strukturalny λ_{1D} dendrytów fazy α przedstawiono na rysunku 5.

Intensywność zużycia ściernego materiału rodzimego wynosiła $Z_i = 33,4 \times 10^{-8}$. Wpływ parametru strukturalnego λ_{1D} dendrytów fazy α na intensywność zużycia ściernego odlewów ze stopu C355 uszlachetnionych metodą GTAW przedstawiono na rysunku 6.



Rys.5. Wartość parametru strukturalnego λ_{1D} w zależności od ilości ciepła wprowadzonego do obszaru nadtopień (a) i prędkość wzrostu fazy α (b).
 Fig.5. The effect of the net heat input to the fusion area (a) and the growth rate of the α -phase (b) on the structural parameter λ_{1D} .



Rys.6. Intensywność zużycia ściernego w funkcji parametru strukturalnego λ_{1D} .
 Fig.6. Friction wear intensity as a function of the structural parameter λ_{1D} .

4. PODSUMOWANIE

Nadtapianie i szybka krystalizacja materiału warstwy wierzchniej odlewów ze stopu C355 pozwoliło uzyskać silne rozdrobnienie struktury. Rezultatem tego było zmniejszenie się intensywności zużycia ściernego.

Poprzez zmianę parametrów procesu GTAW można wpływać na ilość ciepła wprowadzonego do obszaru nadtopień, a poprzez to kształtować strukturę materiału, który będzie charakteryzował się podwyższoną odpornością na zużycie ściernie.

LITERATURA

- [1] Cáceres C.H., Wang Q.G.: *Dendrite cell size and ductility of Al-Si-Mg casting alloys: Spear and Gardner revisited*. Int. Cast Metals Res. Nr 9, 157-162, 1996.
- [2] Spear R.E., Gardner G.R.: *Dendrite cell size*. Trans. AFS, Vol. 71, 209 -215, 1963.
- [3] Ravi M., Pillai U.T.S., Pai B.C., Domodaron A.D., Dwarakadasa E.S.: *Mechanical properties of cast Al-Si7Mg0.3 (LM25/356) alloy*. J. Cast Metals Res, 1998
- [4] Kashyap K.T., Murali S., Raman K.S., Murthy K.S.S.: *Casting and heat treatment variables of Al-Si7-Mg alloy*. Materials Science and Technology, Vol. 9, 189-203, 1993.
- [5] Mietrach D., Weilke J.: *Erfolgreiche Einführung wirtschaftlicher und leichter Strukturen aus Aluminiumguss in Flugzeugbau*. Aluminium, Vol.58,157-162, 1982.
- [6] Wickberg A., Gustafsson G., Larsson L.E.: *Trans SAE*, Vol. 93, 1728-1735, 1984.
- [7] Honma U., Kitaoka S.: *Fatigue strength and mechanical properties of aluminium alloy castings of different structural fineness*. Aluminium, Vol. 60, 917-920, 1984.
- [8] A.W. Orłowicz, M.Mróz: *Microstructure and fatigue strength of A356 alloy castings refined on the surface by rapid crystallization*. Z. Metalld, Vol. 94, 12, 1320-1326, 2003.
- [9] A.W. Orłowicz, M.Mróz, A.Trytek: *Heating efficiency in the GTAW process*. Acta Metallurgica Slovaca, nr 2, 539-543, 1999.
- [10] Lima M.S.F., W.Kurz: *Low-velocity growth in laser resolidified Fe-C-Si alloys*. Int. J. Cast Metals Res., 11, 273-277, 1999.

RESISTANCE OF SURFACE-REFINED CASTINGS OF C355 ALLOY TO FRICTIONAL WEAR

SUMMARY

The paper relates the research on the determination of the effect of electric-arc scanning speed (0.33, 0.67, 1.00 and 1.33 cm/s) on the amount of heat input in the fused area, structure and the resistance of surface-refined castings of C355 alloy to frictional wear. Obtained results are presented graphically.

Key words: C355 alloy, rapid solidification,, wear intensity.

Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 4 TO8C 02025.

Recenzował: prof. zw. dr hab. inż. Stanisław Pietrowski