

**WPLYW PARAMETRÓW ODLEWANIA CIŚNIENIOWEGO NA
STRUKTURĘ i WŁAŚCIWOŚCI STOPU MAGNEZU AM50**A. KIELBUS¹, R. CIBIS²¹Politechnika Śląska, Katedra Nauki o Materiałach, Katowice, ul. Krasińskiego 8²NTP Cibis Sp. z o.o., Kędzierzyn-Koźle, ul. Szkolna 15

STRESZCZENIE

Odlewany ciśnieniowo stop magnezu AM50 jest stosowany na elementy konstrukcyjne w przemyśle samochodowym, elektronice i telekomunikacji. Do najważniejszych jego zalet zalicza się bardzo dobrą lejność, wysoką wartość stosunku wytrzymałość/masa i bardzo dobrą odporność korozyjną. Stop AM50 zawiera 4,5÷5,3%_{wag.} Al, 0,28÷0,5%_{wag.} Mn, max 0,2%_{wag.} Zn. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących oceny wpływu parametrów odlewania ciśnieniowego metodą gorąco-komorową na mikrostrukturę i właściwości mechaniczne stopu AM50. Badano wpływ drogi tłoka, prędkości odlewania, ciśnienia doprasowania oraz temperatury formy i ciekłego metalu.

Key words: hot chamber, die casting, temperature, gate velocity, pressure, piston stroke

1. WPROWADZENIE

Odlewanie ciśnieniowe stopów magnezu jest bardzo popularne. Poziom właściwości mechanicznych odlewów zależy od składu chemicznego stopu oraz od ich jakości, w tym głównie porowatości, obecności innych wad odlewniczych oraz mikrostruktury.

Kontrola parametrów odlewania ciśnieniowego, takich jak temperatura ciekłego metalu oraz temperatura formy, a także prędkość zalewania metalu i zastosowane ciśnienie podczas krzepnięcia ma znaczący wpływ na porowatość odlewów i tym samym na jego właściwości mechaniczne [1].

¹ dr inż., andrzej.kielbus@polsl.pl

² inż., r.cibis@ntp.com.pl

Prędkość odlewania ma wpływ na prawidłowe wypełnienie formy odlewniczej, co wpływa na zminimalizowanie porowatości, uzyskanie odpowiedniej mikrostruktury oraz właściwości mechanicznych. Odlewy wykonywane z zastosowaniem dużych prędkości odlewania wykazują wytrzymałość na rozciąganie wyższą o około 30÷50MPa, niezależnie od gatunku stopu. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem prędkości następuje rozdrobnienie ziarn roztworu stałego [2,3].

Zastosowane ciśnienie ciekłego metalu również decyduje o jakości odlewów. Ze wzrostem ciśnienia następuje zmniejszenie się porowatości odlewów, nawet o 30%. Powoduje to duży wzrost wytrzymałości na rozciąganie. Nie obserwuje się wpływu ciśnienia na wielkość ziarna roztworu stałego, a także na udział objętościowy, wielkość i rozmieszczenie wydzielen fazy międzymetalicznej $Mg_{12}Al_{17}$ [3,4].

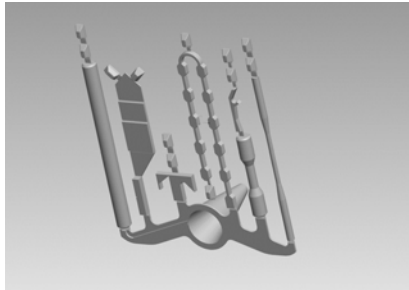
Temperatura formy odlewniczej nie ma znaczącego wpływu na wydłużenie i wytrzymałość stopów magnezu z grupy Mg-Al. Powoduje jedynie nieznaczne zwiększenie granicy plastyczności w przypadku odlewania do formy o niższej temperaturze. Jest to związane z rozdrobnieniem mikrostruktury obszaru położonego bezpośrednio przy powierzchni zewnętrznej odlewu [3]. Temperatura formy ma natomiast znaczący wpływ na jakość powierzchni odlewów. Zbyt niska temperatura formy powoduje powstawanie wad odlewniczych w postaci fałd lub linii płynięcia. Dla stopów magnezu przyjmuje się że temperatura formy powinna wynosić w zakresie 200÷250°C [4].

Temperatura ciekłego metalu ma wpływ na własności mechaniczne stopów Mg-Al. Wraz ze wzrostem temperatury odlewania następuje zwiększenie wydłużenia i granicy plastyczności. Związane jest to między innymi z rozdrobnieniem struktury i zmniejszeniem porowatości [3]. Niestety w przypadku stopów magnezu zbyt wysoka temperatura może powodować powstawanie zalewek [4].

W maszynach gorąco-komorowych jest jeszcze jedno ograniczenie związane z temperaturą ciekłego metalu. Dysza wtryskowa musi charakteryzować się wyższą temperaturą niż ciekły metal, co znacząco zmniejsza jej trwałość (ze względu na procesy pełzania i korozji w ciekłych metalach) [4].

2. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał do badań stanowił odlewniczy stop magnezu AM50. Badania przeprowadzono na gorąco-komorowej ciśnieniowej maszynie odlewniczej o sile zwarcia 280t z wykorzystaniem doświadczalnej formy odlewniczej. Model próbek badawczych przedstawiono na rys. 1. Zastosowane parametry odlewania przedstawiono w tabeli. 1. Zgłady metalograficzne wykonywano zgodnie z procedurą opracowaną w Katedrze Nauki o Materiałach [5]. Do trawienia wykorzystano 3% Nital. Badania wykonywano na mikroskopie metalograficznym MeF2 firmy Reichert wyposażonym w cyfrowy aparat fotograficzny NIKON COOLPIX 990. Badania własności mechanicznych przeprowadzono na serwohydraulicznej maszynie MTS-810 o maksymalnym zakresie siły 250 kN.



Rys. 1. Model stosowanych próbek do badań
 Fig. 1. Model of the samples for research

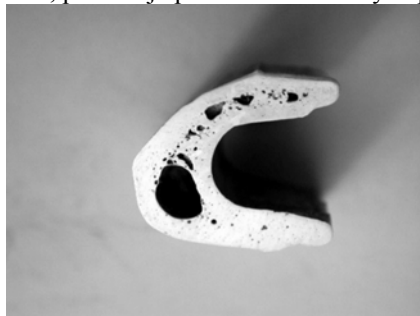
Tabela 1. Parametry odlewania ciśnieniowego
 Table 1. Die casting parameters

Parametr	Jednostka	I	II
Droga tłoka	mm	75	150
Prędkość odlewania	cm/s	250	450
Ciśnienie doprasowania	bar	100	140
Temperatura formy	°C	170	200
Temperatura ciekłego metalu	°C	680	700

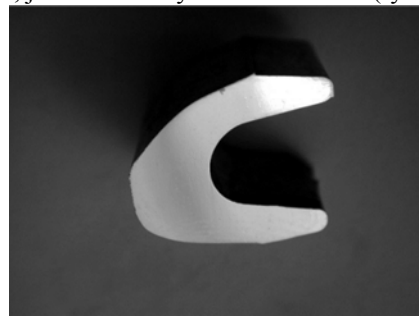
3. WYNIKI BADAŃ

3.1 Wpływ drogi tłoka

Droga tłoka decyduje o ilości ciekłego metalu wtryskiwanego do formy. Zbyt krótka, powoduje powstawanie licznych porów, jam skurczowych i niedolewów (rys.2).



b) 75 mm

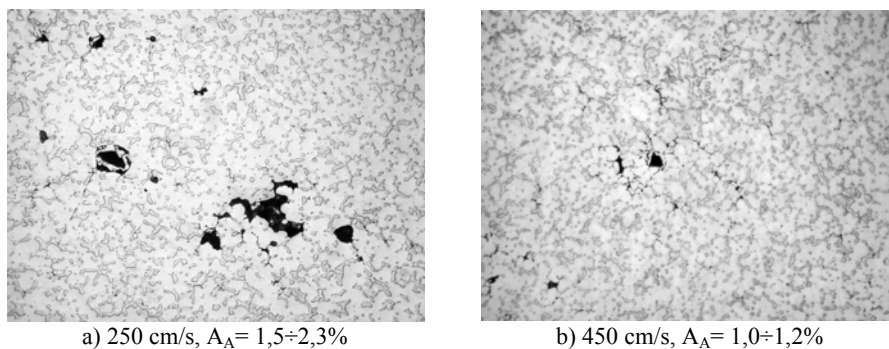


b) 150 mm

Rys. 2. Wpływ drogi tłoka na porowatość odlewu
 Fig. 2. Influence of the piston stroke on the cast porosity

3.2. Wpływ prędkości odlewania

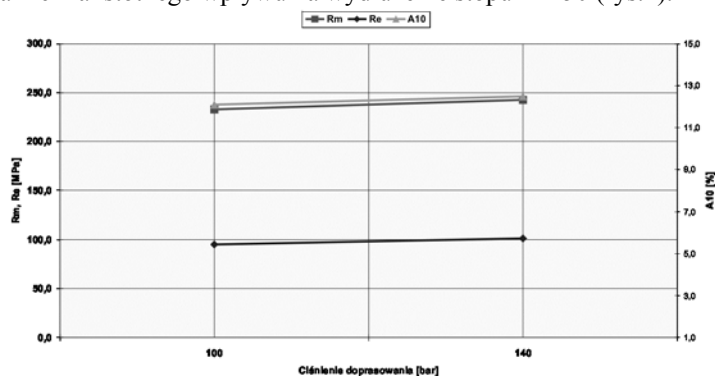
Wraz ze zwiększaniem się prędkości odlewania zmniejsza się porowatość o około 1 % (rys.3.). Powoduje to wzrost wytrzymałości na rozciąganie odlewów o około 20MPa i pozwala na osiągnięcie wymaganego przez normę ASTM B-94 poziomu 200MPa.



Rys. 3. Wpływ prędkości odlewania na porowatość odlewu
Fig. 3. Influence of the gate velocity on the cast porosity

3.3. Wpływ ciśnienia doprasowania

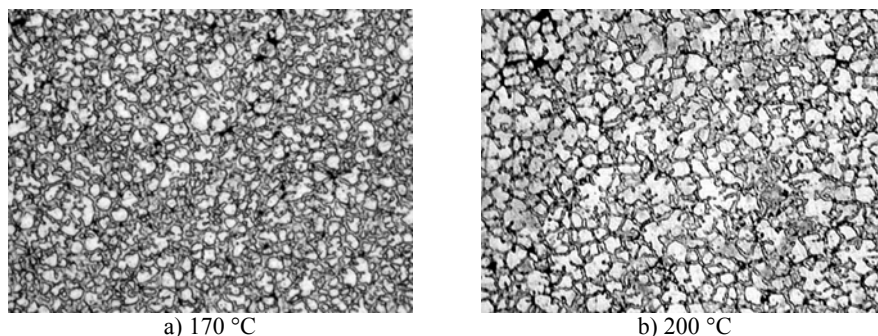
Zwiększenie ciśnienia doprasowania zmniejsza porowatość odlewu. Powoduje to nieznaczny wzrost wytrzymałości na rozciąganie oraz granicy plastyczności. Ciśnienie doprasowania nie ma istotnego wpływu na wydłużenie stopu AM50 (rys.4).



Rys. 4. Wpływ ciśnienia doprasowania na własności mechaniczne stopu AM50
Fig. 4. Influence of the pressure on the mechanical properties of AM50 alloy

3.4. Wpływ temperatury formy

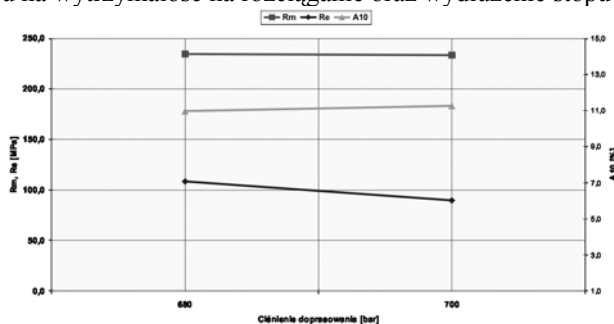
Mikrostruktura stopu AM50 odlewane ciśnieniowo metodą gorąco-komorową charakteryzuje się obecnością roztworu stałego α oraz wydzieleni fazy $Mg_{17}Al_{12}$. Stwierdzono, że wraz z obniżeniem temperatury formy odlewniczej następuje rozdrobnienie ziarna roztworu stałego oraz zmniejszenie udziału objętościowego fazy $Mg_{17}Al_{12}$ (rys.5). Jest to spowodowane zwiększeniem się szybkości krzepnięcia stopu w wyniku większego przechłodzenia. Powoduje to wzrost granicy plastyczności stopu AM50 o ~ 10 MPa.



Rys. 5. Wpływ temperatury formy na mikrostrukturę stopu AM50
 Fig. 5. Influence of the die temperature on the AM50 magnesium alloy microstructure

3.5. Wpływ temperatury ciekłego metalu

Zwiększenie temperatury ciekłego metalu (temperatura odlewania) stopu AM50 wpływa na zmniejszenie porowatości oraz zwiększenie wielkości ziarna roztworu stałego. W efekcie następuje zmniejszenie granicy plastyczności o ~ 20 MPa. Nie ma natomiast wpływu na wytrzymałość na rozciąganie oraz wydłużenie stopu (rys.6).



Rys. 6. Wpływ temperatury metalu na własności mechaniczne stopu AM50
 Fig. 6. Influence of the metal temperature on the mechanical properties of AM50 alloy

4. PODSUMOWANIE

Własności mechaniczne i mikrostruktura stopu odlewane ciśnieniowo metodą gorąco-komorową zależą od wielu czynników. Do najważniejszych z nich zalicza się drogę tłoka, prędkość i ciśnienie odlewania oraz temperaturę formy i ciekłego metalu. Droga tłoka, umieszczonego pod powierzchnią cieczy w piecu odlewniczym decyduje o ilości wtryskiwanego metalu do formy odlewniczej. Oznacza to, że zbyt krótka droga powoduje powstawanie w odlewie wad takich jak: niedolewy, jamy skurczowe i inne. Pozostałe parametry decydują głównie o porowatości odlewu i jego mikrostrukturze. Na porowatość odlewów decydujące znaczenie mają prędkość odlewania i ciśnienie doprasowania. Ich zwiększenie powoduje zmniejszenie porowatości i tym samym zwiększenie własności wytrzymałościowych stopu. Zwiększenie temperatury ciekłego

metalu powoduje zmniejszenie porowatości, ale kosztem zwiększenia wielkości ziarna roztworu stałego, co wpływa na zmniejszenie granicy plastyczności stopu AM50. Natomiast obniżenie temperatury formy odlewniczej, powoduje zmniejszenie wielkości ziarna roztworu stałego i porowatości, co zwiększa granicę plastyczności stopu AM50.

PODZIĘKOWANIA

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2005-2007 jako projekt celowy nr 6 T08 2003 C/06325

LITERATURA

- [1] El-Mahallawy N., Taha M., Pokora E., Klein F.: "On the influence of process variables on the thermal conditions and properties of high pressure die cast Mg alloys.", *Journal of Materials Processing Technology* 73 (1998) p. 125-138.
- [2] E.M. Gutman, Ya. Nigovski, M. Levkovich, Z. Koren, E. Aghion, M. Kangur: „Influence of technological parameters of permanent mold casting and die casting on creep and strength of Mg alloy AZ91D.”, *Materials Science and Engineering A234-236* (1997) 880-883.
- [3] C. Pitsaris, T. Abbon, C.H.J. Davies, G. Savage: "Influence of process parameters on the microstructure and mechanical properties of magnesium die castings.", *Proceedings of the 6th International Conference "Magnesium Alloys and Their Applications"*, WILEY-VCH, 2004, p.695-699.
- [4] Walkington W.G.: "Die Casting Defects. Causes and solutions". North American Die Casting Association, Illinois U.S.A., 1997
- [5] Adamiec J., Cwajna J., Kielbus A.: „Wykorzystanie metod automatycznej analizy obrazu do oceny mikrostruktury odlewniczych stopów magnezu.”, 7th International Scientific Conference „Quality assurance in foundry“, 10-12.05.2006, Podbanske, Słowacja.

INFLUENCE OF DIE CASTING PARAMETERS ON THE MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF AM50 MAGNESIUM ALLOY

SUMMARY

AM50 magnesium die casting alloy is being used in commercial automotive, electronics and telecommunication applications due to excellent castability, good strength to weight ratio and excellent corrosion resistance. This alloy containing 4,5-5,3%_{wt.} Al, 0,28-0,5%_{wt.} Mn, max 0,2%_{wt.} Zn. The article presents results of influence of the hot chamber die casting parameters on the microstructure and mechanical properties of the AM50 alloy. The processing variables investigated were: pistons stroke, gate velocity, pressure, die temperature and liquid metal temperature.

Recenzował: Prof. Jan Cwajna