

ODLEWANIE CIŚNIENIOWE STOPÓW MAGNEZU METODĄ GORĄCO-KOMOROWĄ

R. CIBIS¹, A. KIELBUS²

¹NTP Sp. z o.o., Kędzierzyn-Koźle, ul. Szkolna 15

²Politechnika Śląska, Katedra Nauki o Materiałach, Katowice, ul. Krasińskiego 8

STRESZCZENIE

Zmniejszenie zużycia paliwa poprzez zmniejszenie masy samochodów stanowi czynnik rozwoju nowych materiałów lekkich. Najbardziej popularnym procesem produkcyjnym wytwarzania odlewów ze stopów magnezu jest odlewanie wysokociśnieniowe z zastosowaniem maszyn zimno i gorąco komorowych. W artykule zaprezentowano technologię odlewania ciśnieniowego z zastosowaniem maszyny gorąco-komorowej stosowaną w Firmie NTP Sp. z o.o. z Kędzierzyna-Koźła.

Key words: die casting, magnesium alloys, hot chamber machine, technology

1. WPROWADZENIE

Odewanie wysokociśnieniowe (z zastosowaniem maszyn zimno i gorąco komorowych) jest popularnym procesem produkcyjnym stosowanym dla stopów magnezu. Proces produkcyjny, ze względów ekonomicznych, powinien się charakteryzować automatycznym dostarczaniem ciekłego metalu do formy. Jest to zdecydowanie łatwiejsze w przypadku odlewania gorąco-komorowego [1,2].

Proces zimno-komorowy składa się z dwóch etapów. W pierwszym etapie ciekły metal dostarczany jest do komory wtrysku, a następnie (etap drugi) wtryskiwany do formy. Ponadto podczas tego procesu, ani komora ani tłok nie są nagrzewane, co utrudnia zapewnienie wymaganej temperatury odlewania. Tych problemów nie ma w przypadku stosowania metody gorąco-komorowej. W trakcie procesu syfon jest zanurzony w kąpiel ciekłego metalu, wskutek czego jest ciągle wypełniony metalem, co zapewnia uzyskanie wymaganej temperatury odlewania. Ze względu na umieszczenie mechanizmu wtryskowego bezpośrednio w kąpiel, proces odlewania jest

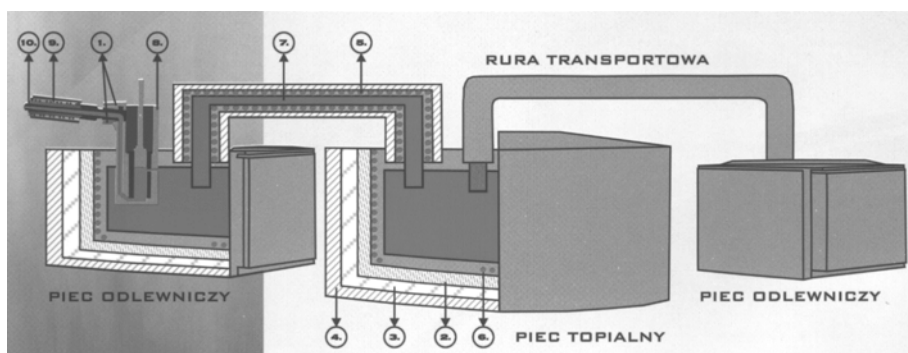
¹ inż., r.cibis@ntp.com.pl

² dr inż., andrzej.kielbus@polsl.pl

szybszy, a w efekcie bardziej wydajny. Gorąco-komorowe maszyny są bardziej konkurencyjne od zimno-komorowych dla detali o małych rozmiarach (waga od 2 do 3 kg) ze względu na krótszy czas trwania cyklu, który może osiągać do 400 wtrysków na godzinę [1,2].

2. STANOWISKO DO ODLEWANIA CIŚNIENIOWEGO STOPÓW MAGNEZU METODĄ GORĄCO-KOMOROWĄ

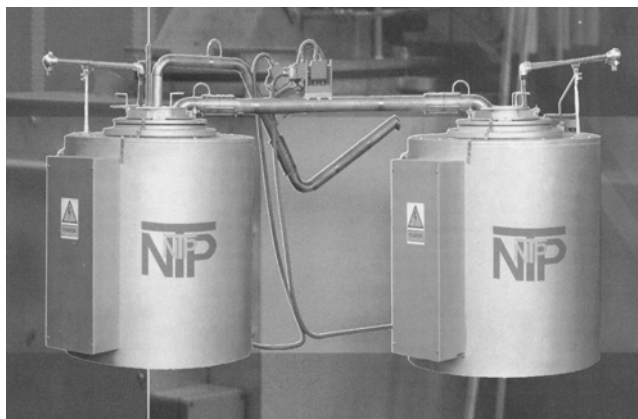
Stanowisko do odlewania ciśnieniowego stopów magnezu metodą gorąco-komorową składa się z pieca grzewczo-topialnego, dwóch rur transportowych, dwóch pieców odlewniczych, układu wytwarzania gazów ochronnych oraz dwóch gorąco-komorowych ciśnieniowych maszyn odlewniczych [3]. Schemat stanowiska przedstawiono na rys.1. Układ pieców przedstawiono rys.2.



Rys. 1. Schemat stanowiska do odlewania stopów magnezu metodą gorąco-komorową
Fig. 2. Magnesium meltin system for hot-chamber die-casting

Celem zapewnienia bezpieczeństwa i niezawodności pracy pieców ich wypełnienie ceramiczne wykonane jest z nowego, opartego na tlenkach aluminium materiału, który nie wchodzi w reakcję z roztopionym magnezem. Ponadto tygle wykonane są z dwóch warstw stali, z których wewnętrzna jest odporna na działanie roztopionego magnezu, natomiast zewnętrzna bardzo dobrze przewodzi i rozprowadza ciepło. Nowoczesny system grzałek (dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu elementów grzewczych) zapewnia równomierne i szybkie nagrzewanie tygla i znajdującego się w nim metalu, przy minimalnych stratach ciepła. Zwielokrotniony układ pomiaru temperatur i zdublowany system sterowniczy zapobiega przegrzaniu stopu magnezu. Różnice pomiędzy piecem topialnym i odlewniczym związane są z ich kształtem i mocą. Temperatury wnętrza pieca i ciekłego metalu mierzone są za pomocą dwóch termopar podłączonych do niezależnych torów pomiarowych. Temperatura metalu jest dodatkowo mierzona trzecią termoparą podłączoną do niezależnego układu sterowniczego. W przypadku awarii sterowania podstawowego, ten dodatkowy układ pozwala na wyłączenie pieca i nie dopuszcza do przekroczenia temperatur maksymalnych. W dolnej części pieca umieszczone są elektrody sygnalizujące

pęknięcie tygla i wyciek ciekłego metalu. Ich zadziałanie powoduje wyłączenie pieca i sygnalizację alarmu. Stosowany układ pieców do topienia stopów magnezu przedstawiono na rys.2.



Rys. 2. System pieców do topienia stopów magnezu
Fig. 2. Furnace system for melting magnesium alloys

Maszyna odlewnicza może pracować w trzech trybach: ręcznym, półautomatycznym i automatycznym. Układ zwierania formy składa się z: mechanizmu zwierania, mechanizmu wyrzutników, mechanizmu ustawiania wysokości formy, mechanizmu rdzeni oraz układu podnoszenia. Proces wtrysku w systemie Power Shot umożliwia płynne przyspieszanie i opóźnianie ruchu tłoka strzałowego, a także jego całkowite wyhamowanie. Widok gorąco-komorowej maszyny odlewniczej o sile zwarcia 260 ton przedstawiono na rys.3.



Rys. 3. Gorąco-komorowa maszyna odlewnicza
Fig. 3. Hot-chamber die casting machine

Ze względu na fakt, że proces przebiega w temperaturze $630\pm 690^{\circ}\text{C}$, a więc znacznie powyżej temperatury zapłonu magnezu, cały układ podawania ciekłego magnezu jest całkowicie szczelny, a proces topienia odbywa się w atmosferze gazu ochronnego. Układ wytwarzania gazów ochronnych składa się z mieszalnika, układu dozowania oraz rozdzielacza wyposażonego w system przepływomierzy, pozwalających na precyzyjne dozowanie gazów do pieców. Obecnie jako gaz ochronny stosuje się 0,6% mieszaninę SO_2 z osuszonym powietrzem.

3. TECHNOLOGIA ODLEWANIA CIŚNIENIOWEGO STOPÓW MAGNEZU METODĄ GORĄCO-KOMOROWĄ

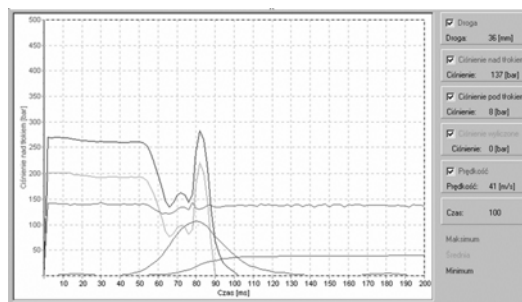
Proces produkcyjny wytwarzania elementów ze stopów magnezu metodą gorąco-komorową przebiega według następującego schematu:

- gąski ze stopu magnezu, po uprzednim sezonowaniu w hali produkcyjnej, umieszczane są w piecu podgrzewczym. Po osiągnięciu temperatury $\sim 150^{\circ}\text{C}$ i odparowaniu całej wilgoci umieszczane są w piecu topialnym;
- w piecu topialnym następuje roztopienie gąsek i wstępna stabilizacja temperatury ciekłego metalu;
- z pieca topialnego, ciekły metal dostarczany jest poprzez elektrycznie ogrzewane rury transportowe (na zasadzie odwróconych naczyń połączonych) do pieców odlewniczych;
- w piecu odlewniczym umieszczony jest, całkowicie zanurzony w ciekłym metalu, syfon wraz z tłokiem strzałowym;
- wprowadzenie wartości zadanych parametrów wtrysku;
- następuje wtrysk ciekłego metalu - tłok strzałowy, wtłacza ciekły metal, poprzez kanał w syfonie i dyszę do formy odlewniczej;
- gotowy odlew (rys.4)
- w trakcie całego cyklu produkcyjnego prowadzony jest ciągły monitoring temperatur w poszczególnych strefach oraz parametrów pracy maszyny odlewniczej (rys. 5);



Rys. 4. Odlew szkieletu kierownicy wykonany ze stopu AM50

Fig. 4. Cast of steering wheel from AM50 magnesium alloy



Rys. 5. Monitoring parametrów odlewania gorąco-komorowego

Fig. 5. Monitoring of hot-chamber die casting parameters

4. METODYKA BADAŃ JAKOŚCI ODLEWÓW W WARUNKACH PRZEMYSŁOWYCH

Jakość odlewów zależna jest od wielu czynników. Nie wszystkie one mogą być kontrolowane, stąd często cały proces jest trudny do całkowitego ustabilizowania. W odlewach ciśnieniowych ze stopów magnezu mogą występować pory gazowe i skurczowe, ponadto spotyka się również inne wady odlewnicze [4].

Metodyka oceny jakości odlewów w warunkach firmy NTP Sp. z o.o. składa się z następujących etapów:

- *wstępne badania jakości odlewu wykonane przez operatora maszyny;*

Badania przeprowadza się w dwóch etapach. Zaraz po wyjęciu odlewu z formy oraz po okrawaniu. Do identyfikacji wad wykorzystuje się specjalne wzorce.

- *badania płaskości odlewu;*

Stanowisko do badania płaskości odlewów posiada sześć czujników, które dokonują pomiaru różnic pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi.

- *rentgenowskie badania jakości odlewu;*

Badania przeprowadzane są na defektoskopie rentgenowskiej firmy YXLON International MU 2000 wyposażonym w komputerowy system sterowania PXM 2500, zgodne z normą ASTM E505. Przykłady zdjęć rentgenowskich odlewów przedstawiono na rys.6.

a)



b)



Rys. 6. Zdjęcie rentgenowskie odlewu, a) dobry, b) wadliwy

Fig. 6. RTG image of cast, a) good quality, b) with defects

- *pomiar cech geometrycznych odlewu;*

Pomiary przeprowadza się na maszynie współrzędnościowej SPECTRUM 700 firmy ZEISS. Kontroli podlegają tzw. wymiary krytyczne ustalone z klientem.

Na żądanie klienta przeprowadza się badania niszczące, obejmujące pomiary porowatości na przekrojach, ocenę mikrostruktury oraz własności mechaniczne odlewów. Badania prowadzone są w Katedrze Nauki o Materiałach Politechniki Śląskiej.

5. PODSUMOWANIE

Opracowana i stosowana w Firmie NTP Sp. z o.o. technologia odlewania ciśnieniowego stopów magnezu metodą gorąco-komorową pozwala na odlewanie szerokiej gamy odlewów. Odlewy spełniają wszelkie wymagania stawiane przez odbiorców. Jako materiał wsadowy stosowane są stopy z grupy Mg-Al, głównie AM50, AM60, AM-lite oraz AZ91. Obecnie prowadzone są prace nad odlewaniem ciśnieniowym metodą gorąco-komorową stopów Mg-Al z dodatkiem pierwiastków ziem rzadkich. Wykorzystywana do oceny odlewów, przedstawiona w artykule metodyka badawcza pozwala na dokładną ocenę jakości wytwarzanych elementów. Ciągła analiza (podczas odlewania) otrzymywanych wyników zmniejsza wadliwość i pozwala na prawidłowy dobór oraz późniejszą modyfikację parametrów procesu odlewania.

PODZIĘKOWANIA

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

LITERATURA

- [1] Magnesium Die Casting Handbook (201), NADCA, Illinois, 1998.
- [2] Avedesian M. M. and Baker H.: Magnesium and Magnesium Alloys. Metals Park, OH: American Society for Metals 1999.
- [3] Materiały informacyjne firmy NTP Sp. z o.o.
- [4] Walkington W.G.: "Die Casting Defects. Causes and solutions". North American Die Casting Association, Illinois U.S.A., 1997

HOT CHAMBER DIE CASTING OF MAGNESIUM ALLOYS

SUMMARY

Magnesium alloys belong to the lightest structural alloys. The most popular process for the manufacture of magnesium alloys casts is cold or hot chamber die casting. It is a productive and cost-effective process for the magnesium alloys that is capable of high cast quality and dimensional stability. The paper presents hot chamber die casting technology of magnesium alloys which is using in NTP Sp. z o.o. firm in Kędzierzyn-Koźle. A complete magnesium melting and casting system consist of hot chamber die-casting machine, melting and casting furnaces, liquid metal transfer tube and cover gas supply.

Recenzował: Prof. Jan Cwajna