

INNOWACJE W ODLEWNICTWIE CIŚNIENIOWYM

Praca zbiorowa

Instytut Odlewnictwa

Kraków 2008

SPIS TREŚCI

1.	Z. Górny (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Wprowadzenie	19
2.	H. Fransson (<i>NovaCast Foundry Solutions AB, Ronneby, Szwecja</i>): NovaCast wdrożyła nową rewolucyjną technologię symulacji odlewów	21
3.	K. N. Braszczyńska-Malik (<i>Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa</i>), W. Walczak (<i>Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły</i>), I. Zawadzki (<i>Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły</i>), J. Braszczyński (<i>Politechnika Częstochowska, Katedra Odlewnictwa, Częstochowa</i>): Wybrane aspekty odlewnictwa ciśnieniowego stopów magnezu w Odlewni „SILUM”	25
4.	K. N. Braszczyńska-Malik (<i>Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa</i>): Nowoczesne tworzywa magnezowe proponowane dla odlewnictwa ciśnieniowego	31
5.	A. Białoברzeski (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Teoretyczne i technologiczne podstawy uzyskiwania elementów ze stopów aluminium i magnezu w stanie stało-ciekłym (technologia tiksotropowa)	37
6.	A. Białoברzeski (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Przykład modelowania numerycznego uzyskiwania elementów ze stanu stało-ciekłego (technologia tiksotropowa)	43
7.	A. Białoברzeski, P. Dudek (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Próby odlewania tiksotropowego pod- i nadeutektycznych stopów aluminium	53
8.	A. Białoברzeski, P. Dudek, A. Fajkiel, K. Saja (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Próby odlewania tiksotropowego stopów magnezu	61
9.	A. Karwiński, S. Pysz (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Techniki szybkiego prototypowania w odlewnictwie	67
10.	J. Barz (<i>Schmelzmetall Deutschland GmbH, Steinfeld-Hausen, Germany</i>): Produkty i rozwiązania dla odlewnictwa ciśnieniowego firmy Schmelzmetall	73
11.	A. Fajkiel, E. Czekaj, P. Darlak, T. Reguła (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Stan aktualny i przyszłość odlewnictwa ciśnieniowego stopów magnezu	91
12.	A. Fajkiel, P. Dudek (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>), R. W. Cibis (<i>NTP Sp. z o.o., Kędzierzyn-Koźle</i>): Automatyczny półbramowy dozownik do ciekłego metalu	99
13.	T. Fabisiewicz (<i>UDDEHOLM POLSKA, Łomianki</i>): Postęp w zakresie stali przeznaczonych do pracy na gorąco	105
14.	A. Fajkiel, K. Saja, P. Dudek, P. Darlak (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>), W. Walczak (<i>Odlewnia Silum Sp. z o.o., Czarnożyły</i>): Modyfikacja układu odpowietrzania wnętrza formy ciśnieniowej i jej wpływ na jakość odlewu korpusu pompy olejowej do Mercedesa klasy C	115
15.	S. Pietrowski (<i>Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź</i>): Nowe siluminy do odlewania ciśnieniowego	123
16.	S. Pietrowski, R. Władysławski (<i>Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź</i>): Wpływ chłodzenia mgłą wodną na odlewanie pod niskim ciśnieniem siluminowych kół samochodowych	137
17.	Maszyny IDRA do nowoczesnych aplikacji w przemyśle	145

CONTENTS

1. Z. Górny (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Introduction	19
2. H. Fransson (<i>NovaCast Foundry Solutions AB, Ronneby, Szwecja</i>): NovaCast develops new revolutionary method for simulation of castings	21
3. K. N. Braszczyńska-Malik (<i>Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa</i>), W. Walczak (<i>Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły</i>), I. Zawadzki (<i>Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły</i>), J. Braszczyński (<i>Politechnika Częstochowska, Katedra Odlewnictwa, Częstochowa</i>): Selected aspects of die casting of magnesium alloys at the ”SILUM” Foundry	25
4. K. N. Braszczyńska-Malik (<i>Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa</i>): Modern magnesium materials for die casting	31
5. A. Białoברzeski (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Theoretical and technological backgrounds of the process of making elements from aluminium and magnesium alloys in semi-solid state (Tixocasting Process)	37
6. A. Białoברzeski (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): An example of numerical modelling of the process of making elements from alloy in semi-solid state (Tixocasting Process)	43
7. A. Białoברzeski, P. Dudek (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Trials with tixocasting of hypo- and hypereutectic aluminium alloys	53
8. A. Białoברzeski, P. Dudek, A. Fajkiel, K. Saja (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Trials with tixocasting of magnesium alloys	61
9. A. Karwiński, S. Pysz (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Rapid prototyping techniques used in foundry engineering	67
10. J. Barz (<i>Schmelzmetall Deutschland GmbH, Steinfeld-Hausen, Germany</i>): Schmelzmetall products and solution for die casting	73
11. A. Fajkiel, E. Czekaj, P. Darlak, T. Reguła (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>): Current condition and the future of magnesium die casting	91
12. A. Fajkiel, P. Dudek (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>), R. W. Cibis (<i>NTP Sp. z o.o., Kędzierzyn-Koźle</i>): Automatic semi-gantry type molten metal feeder	99
13. T. Fabisiewicz (<i>UDDEHOLM POLSKA, Łomianki</i>): Progress in hot-working steel	105
14. A. Fajkiel, K. Saja, P. Dudek, P. Darlak (<i>Instytut Odlewnictwa, Kraków</i>), W. Walczak (<i>Odlewnia Silum Sp. z o.o., Czarnożyły</i>): Redesigned venting system of die cavity and its effect on the quality of cast oil pump body for Mercedes class C	115
15. S. Pietrowski (<i>Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź</i>): New silumins for die casting	123
16. S. Pietrowski, R. Władysławski (<i>Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź</i>): Effect of water mist cooling on low-pressure die casting of silumin motor car wheels	137
17. IDRA machines for modern industrial applications	145

STRESZCZENIA

K. N. Braszczyńska-Malik (*Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa*), W. Walczak (*Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły*), I. Zawadzki (*Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły*), J. Braszczyński (*Politechnika Częstochowska, Katedra Odlewnictwa, Częstochowa*): **Wybrane aspekty odlewnictwa ciśnieniowego stopów magnezu w Odlewni „SILUM”**, s. 25

Zaprezentowano nową linię produkcyjną dla stopów magnezu, zaprojektowaną i uruchomioną w Odlewni „SILUM”. Scharakteryzowano na jej przykładzie podstawowe założenia i wymogi odlewnictwa ciśnieniowego stopów magnezu oraz niezbędne modyfikacje produkcji w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy, jak i osiągnięcia wymaganego poziomu właściwości wytwarzanych odlewów magnezowych. Dodatkowo przedstawiono prace eksperymentalne prowadzone w trakcie wdrażania nowej produkcji pozwalające na optymalizację właściwości uzyskiwanych detali. Podano również przykłady wytwarzanych odlewów i ich podstawowe właściwości mechaniczne.

K. N. Braszczyńska-Malik (*Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa*): **Nowoczesne tworzywa magnezowe proponowane dla odlewnictwa ciśnieniowego**, s. 31

Zaprezentowano dwa tworzywa magnezowe stanowiące propozycję dla poszerzenia oferty odlewni ciśnieniowych (zwłaszcza wytwarzających już odlewy z komercyjnych stopów magnezu). Jednym jest stop typu Mg–Al–RE–Zn–Mn projektowany na bazie komercyjnych stopów Mg–Al o udoskonalonych właściwościach w podwyższonych temperaturach oraz zwiększonej odporności na korozję. Drugim tworzywem jest natomiast kompozyt wytwarzany na podstawie stopów magnezu umacniany cząstkami węgla krzemowego i charakteryzujący się szczególnie wysoką odpornością na zużycie ściernie. Oba te materiały mogą być wytwarzane bezpośrednio w odlewni, a wprowadzenie ich do asortymentu nie wymaga dużych nakładów inwestycyjnych.

A. Białobrzeski (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Teoretyczne i technologiczne podstawy uzyskiwania elementów ze stopów aluminium i magnezu w stanie stało-ciekłym (technologia tiksotropowa)**, s. 37

Formowanie stopów w stanie stało-ciekłym stanowi w chwili obecnej przedmiot intensywnych prac badawczych zarówno w rozumieniu aplikacyjnych prac technologicznych, jak i prac związanych z modelowaniem i symulacją procesu uzyskiwania struktury globularnej (reokast, *rheocast*) w stopach wyjściowych i przede wszystkim z analizą mechanizmu wypełniania wnęki formy stopem w stanie stało-ciekłym. W artykule przedstawiono w zarysie trudności w opracowaniu wiarygodnych modeli tych zjawisk wynikających ze znacznego skomplikowania procesów globularyzacji struktury stopów i konieczności opracowania zmodyfikowanego modelu wypełniania wnęki formy zawieszoną stopu znajdującą się w stanie stało-ciekłym.

A. Białobrzeski (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Przykład modelowania numerycznego uzyskiwania elementów ze stanu stało-ciekłego (technologia tiksotropowa)**, s. 43

Technologia odlewania ze stanu stało-ciekłego (tikotropowego) w Instytucie Odlewnictwa została opanowana w stopniu umożliwiającym otrzymywanie poprawnych odlewów tiksotropowych. W pracy przygotowano zmianę konstrukcyjną istniejącej formy do odlewania tiksotropowego, polegającą na wprowadzeniu elementów zaburzających przepływ metalu we wnękę formy. Po wykonaniu serii prób uzyskano odlewy tiksotropowe. Otrzymane odlewy ze stopu aluminium AK7 pozwalają stwierdzić, że możliwe jest uzyskanie dobrych odlewów tiksotropowych o dość skomplikowanym kształcie.

A. Białobrzeski, P. Dudek (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Próby odlewania tiksotropowego pod- i nadeutektycznych stopów aluminium**, s. 53

Celem przedstawianej pracy jest próba opisu poprawnego mechanizmu wypełniania wnęki formy w procesie jej wypełniania stopem w stanie stało-ciekłym o odpowiednio dobranych parametrach reologicznych. Przeprowadzono eksperymenty odlewania ze stanu stało-ciekłego stopów pod- i nadeutektycznych wykorzystując metody statystyczne planowania eksperymentów. Podjęto próbę weryfikacji uzyskanych wyników symulacji z wynikami przeprowadzonych eksperymentów. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów stwierdzono niejednorodność składu chemicznego stopów i zmian ich struktury na drodze jego płynięcia podczas wypełniania wnęki formy suspensją stopów w stanie stało-ciekłym.

A. Białobrzeski, P. Dudek, A. Fajkiel, K. Saja (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Próby odlewania tiksotropowego stopów magnezu**, s. 61

Celem pracy było dopracowanie parametrów technologicznych uzyskiwania poprawnych odlewów tiksotropowych ze stopów magnezu na stanowisku odlewania ciśnieniowego w Instytucie Odlewnictwa. Materiał wsadowy oraz odlewy tiksotropowe zostały poddane badaniom strukturalnym. Do badań wykorzystano wlewki o strukturze reokast ze stopów magnezu AM60 (ok. 6% Al, 0,9% Mn) i AZ91 (ok. 9% Al, do 0,5 Mn i do 1% Zn), otrzymane w laboratorium Instytutu. Z wlewków zostały wykonane odlewy tiksotropowe na maszynie ciśnieniowej Bühler 160 H, o odpowiednio przekonstruowanej komorze i zmodyfikowanym systemie sterowania fazą wtrysku. Na potrzeby niniejszej pracy opracowano plan eksperymentu (plan kompletny 2³). Parametrami zmiennymi planu eksperymentu była temperatura nagrzania wałków w piecu, temperatura formy ciśnieniowej oraz prędkość tłoka w czasie pierwszej fazy podczas przetłaczania stopu z komory do wnęki formy eksperymentalnej. Z uzyskanej partii odlewów wycięto próbki do badań metalograficznych (metalografia kolorowa) w celu określenia kształtu i rozkładu wydzielań oraz identyfikacji faz.

A. Karwiński, S. Pysz (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Techniki szybkiego prototypowania w odlewnictwie**, s. 67

W artykule opisano metody szybkiego prototypowania oraz wykorzystanie ich do wykonywania odlewów prototypowych. Przedstawiono wyniki prowadzonych prac, w których wyznaczano dokładność wymiarową odlewu, stosując różne techniki RPS. Wykonane odlewy były oceniane również pod względem kosztów otrzymania jednego odlewu prototypowego. Stosowanie systemu RPS wraz z urządzeniami do odlewania precyzyjnego, pozwala na wykonywanie odlewów o bardzo cienkich ściankach, takich które w produkcji seryjnej są wykonywane w technologii odlewania ciśnieniowego. To umożliwia stosowanie tych systemów do otrzymania odlewów, które mogą być testowane w urządzeniach prototypowych.

A. Fajkiel, E. Czekaj, P. Darlak, T. Reguła (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Stan aktualny i przyszłość odlewnictwa ciśnieniowego stopów magnezu**, s. 91

W niniejszej pracy przedstawiono stan odlewnictwa ciśnieniowego stopów magnezu – w chwili obecnej, jak i przewidywany jego rozwój w przyszłości. Opisano tradycyjne oraz najnowsze stopy, ich właściwości oraz zastosowania. Dokonano przeglądu trendu procesów technologicznych wykonywania odlewów ze stopów magnezu. Zaznaczono również główne kierunki rozwoju branży odlewania ciśnieniowego w przyszłości.

A. Fajkiel, P. Dudek (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*), R. W. Cibis (*NTP Sp. z o.o., Kędzierzyn-Koźle*): **Automatyczny półbramowy dozownik do ciekłego metalu**, s. 99

Jednym z najważniejszych elementów mechanizacji stanowiska odlewania ciśnieniowego jest proces zalewania komory prasującej. Do zalewania komory maszyny ciśnieniowej stosuje się dozowniki ciekłego metalu – czerpakowe (ramieniowe), umożliwiające zalewanie detali do około 5 kg i bramowe lub gazowe – nadciśnieniowe – powyżej 5 kg. W wyniku współpracy Instytutu Odlewnictwa z Firmą NTP Cibis powstał taki dozownik przeznaczony do podawania w sposób automatyczny porcji ciekłego metalu o masie powyżej 8,0 kg stopu aluminium do komory zalewowej poziomych zimnokomorowych maszyn ciśnieniowych o siłach zwierania do 20 MN (2000 Ton). Zbudowany jest on jako urządzenie wolnostojące z układem kinematycznym, sterującym i z możliwością doboru wymaganej minimalnej i maksymalnej porcji metalu, dzięki czemu łatwo dostosować go do różnej wielkości maszyn odlewniczych.

T. Fabiszewicz (*UDDEHOLM POLSKA, Łomianki*): **Postęp w zakresie stali przeznaczonych do pracy na gorąco**, s. 105

Postęp w zakresie stali przeznaczonych do pracy na gorąco, a szczególnie w przypadku wkładek form do odlewania ciśnieniowego stopów aluminium i magnezu, jest w ostatnich latach wynikiem wzrastającej wiedzy dotyczącej mechanizmów ich niszczenia. Wiedza ta ułatwia odlewnikom dobór odpowiedniego gatunku stali na wkładki form ciśnieniowych. Typowe czynniki ograniczające trwałość wkładek form ciśnieniowych, to: pęknięcia cieplne, pęknięcia całkowite, erozja, korozja, przywieranie i odkształcenia plastyczne (wgniecenia). Specyfikacja stali do wykonywania wkładek form, powinna zakładać dobór odpowiedniego gatunku, w zależności od rodzaju uszkodzeń najczęściej występujących na ich powierzchni. Obecnie pęknięcia cieplne to dominujący typ uszkodzeń, ale ze względu na coraz większe gabaryty i bardziej skomplikowane kształty form rośnie ryzyko pęknięć całkowitych. Pęknięcia cieplne powstają wskutek działania zmiennych naprężeń cieplnych rozciągających i ściskających oraz naprężeń plastycznych, natomiast pęknięcia całkowite to rezultat czasowego przeciążenia mechanicznego i/lub cieplnego formy. Spośród innych wyżej wymienionych czynników ograniczających trwałość formy, erozja powodowana jest przez zużycie mechaniczne na gorąco, a korozja przez ciekły metal reagujący chemicznie z materiałem formy. W przypadku,

gdy tworzą się duże ilości faz międzymetalicznych, wówczas występują problemy przywierania odlewu do powierzchni formy. Z kolei wgniecenia, np. na powierzchni podziału formy lub jej wnętrza, powstają wskutek zbyt niskiej granicy plastyczności na gorąco. Dzięki zrozumieniu mechanizmów uszkodzeń możliwy jest dobór właściwego profilu stali. Można nie tylko wybrać różne gatunki stali, lecz również, co w wielu przypadkach jest najważniejsze, odpowiednią jakość materiału na formy ciśnieniowe. W tym przypadku chodzi tu o wysoką granicę plastyczności na gorąco, wysoką udarność oraz ciągliwość. Gatunki stali Uddeholm ORVAR SUPREME, VIDAR SUPERIOR, DIEVAR i QRO 90 SUPREME to efekty postępu w zakresie stali do pracy na gorąco. Niniejsze opracowanie omawia mechanizmy uszkodzeń w przypadku odlewania ciśnieniowego aluminium i magnezu oraz zawiera zalecenia odnośnie doboru gatunków stali.

A. Fajkiel, K. Saja, P. Dudek, P. Darlak (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*), W. Walczak (*Odlewnia Silum Sp. z o.o., Czarnożyły*): **Modyfikacja układu odpowietrzania wnętrza formy ciśnieniowej i jej wpływ na jakość odlewu korpusu pompy olejowej do Mercedesa klasy C**, s. 115

W opracowaniu przedstawiono wytyczne konstrukcyjno-technologiczne formy na odlew korpusu pompy olejowej o bardzo skomplikowanym kształcie i wysokich wymaganiach jakościowych. Przeprowadzono modyfikację układu odpowietrzania wnętrza formy ciśnieniowej poprzez zastosowanie specjalnej wkładki, w celu zwiększenia efektywności jego działania. Weryfikację przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych przeprowadzono z wykorzystaniem programu MagmaSOFT, symulując proces wypełniania wnętrza formy, krzepnięcia odlewu i powstawania porowatości gazowej. Uzyskane wyniki potwierdziły skuteczność działania zaproponowanej modyfikacji układu odpowietrzania wnętrza formy.

S. Pietrowski (*Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź*): **Nowe siluminy do odlewania ciśnieniowego**, s. 123

W pracy przedstawiono nowy gatunek siluminów do odlewania ciśnieniowego. Zawierają one zwiększoną ilość do 5% Ni i do 4% Cu oraz dodatki chromu i molibdenu. Wykazano, że Cr i Mo powodują utworzenie wieloskładnikowych faz międzymetalicznych, w których skład wchodzi dodatki stopowe występujące w siluminie, jak również Fe i Si. Likwiduje to szkodliwe oddziaływanie Fe, zmniejsza ilość Si w eutektyce oraz powoduje jego rozdrobnienie. Stwierdzono, że znaczne rozdrobnienie mikrostruktury odlewów jest wynikiem krystalizacji kolejnych faz na granicy rozdziału fazy uprzednio wykrystalizowanej i Al. Konsekwencją rozdrobnienia mikrostruktury odlewów są ich wysokie własności mechaniczne. Wykazano, że siluminy można kontrolować metodą ATD z zastosowaniem programu komputerowego.

S. Pietrowski, R. Władysław (*Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź*): **Wpływ chłodzenia mgłą wodną na odlewanie pod niskim ciśnieniem siluminowych kół samochodowych**, s. 137

W pracy przedstawiono wyniki badań procesu odlewania pod niskim ciśnieniem siluminowych kół samochodowych z zastosowaniem chłodzenia formy mgłą wodną i sprężonym powietrzem. Podano wyniki badań temperatury w charakterystycznych punktach odlewu i formy chłodzonej mgłą wodną oraz powietrzem. Przedstawiono rozkład temperatury i porowatości w odlewie uzyskane metodą symulacji odlewania za pomocą systemu komputerowego MAGMA. Wykazano, że zastosowanie mgły wodnej zwiększa intensywność chłodzenia formy i odlewu, skraca cykl odlewania, zmniejsza wadliwość odlewów oraz podwyższa ich własności: $R_{p0,2}$, R_m , A_5 i HB.

ABSTRACTS

K. N. Braszczyńska-Malik (*Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa*), W. Walczak (*Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły*), I. Zawadzki (*Odlewnia „SILUM” Sp. z o.o., Czarnożyły*), J. Braszczyński (*Politechnika Częstochowska, Katedra Odlewnictwa, Częstochowa*): **Selected aspects of die casting of magnesium alloys at the ”SILUM” Foundry**, p. 25

New manufacturing line for magnesium alloys, designed and started up at the ”SILUM” Foundry, was described. On the example of this line, the main guidelines and requirements for magnesium alloy die casting were characterised. The modifications introduced to production to ensure the required work safety level and properties of magnesium alloy die castings were outlined. Additionally, the experiments carried out during implementation of the new production profile to confer optimum properties to the cast details were presented. Examples of manufactured castings were given along with their basic mechanical properties.

K. N. Braszczyńska-Malik (*Politechnika Częstochowska, Instytut Inżynierii Materiałowej, Częstochowa*): **Modern magnesium materials for die casting**, p. 31

Two magnesium materials which are proposed for broadening assortment of high-pressure die casting foundries (producing a commercial magnesium alloys casts, especially). The first one is Mg–Al–RE–Zn–Mn type alloy, designed on the basis of commercial Mg–Al type alloys, with improved properties at higher temperature and better corrosion resistance. The second material is a composite fabricated on the matrix of magnesium alloys reinforced with silicon carbide particles, which is especially characterized by high wear resistance. Both materials could be fabricated directly in foundries and introducing them to assortment does not require great investment expenditure.

A. Białobrzewski (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Theoretical and technological backgrounds of the process of making elements from aluminium and magnesium alloys in semi-solid state (Tixocasting Process)**, p. 37

Forming of alloys in semi-solid state is at present the subject of very intense studies in the sense of both application of technological achievements as well as modelling and simulation of the process of producing globular structure (rheocast structure) in base alloys with analysis of the mechanism of filling the die cavity with alloy in semi-solid state. The article outlines the difficulties in development of fully reliable models of these phenomena, resulting mainly from the high degree of intricacy of the process of alloy structure globularisation and the necessity to develop a modified model of filling the die cavity with the slurry of alloy in semi-solid state.

A. Białobrzewski (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **An example of numerical modelling of the process of making elements from alloy in semi-solid state (Tixocasting Process)**, p. 43

At the Foundry Research Institute, the technology of semi-solid casting (thixocasting) has been mastered to a degree enabling the manufacture of full-quality thixotropic castings. The article describes changes introduced to the design of die currently used for thixocasting. The changes consist in adding some elements disturbing the metal flow in die cavity. After a series of tests the thixotropic castings have finally been made. The aluminium alloy (AK7) castings prove that it is possible to make sound thixotropic elements of relatively intricate shapes.

A. Białobrzewski, P. Dudek (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Trials with tixocasting of hypo- and hyper-eutectic aluminium alloys**, p. 53

In this study an attempt has been made at describing the mechanism of a correct die cavity filling process with semi-solid alloy of properly selected rheological properties. Experiments were carried out on casting the hypo- and hyper-eutectic alloys in semi-solid state, using statistical methods of experiment planning. An attempt has been made at verification of the results obtained by simulation with the experimental results. The experiments enabled stating a heterogeneity of chemical composition in alloys and changes in structure during flow when the die cavity is filled with alloy suspension in semi-solid state.

A. Białobrzeski, P. Dudek, A. Fajkiel, K. Saja (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Trials with tixocasting of magnesium alloys**, p. 61

The aim of the present study was development of technological parameters of the process of making sound thixotropic castings from magnesium alloys on a stand for diecasting operating at the Foundry Research Institute in Krakow. Both the stock and the ready thixotropic castings were subjected to structural examinations. The investigations were carried out on ingots of rheocast structure made from magnesium alloys, i.e. AM60 (about 6% Al and 0.9% Mn) and AZ91 (about 9% Al, up to 0.5% Mn and up to 1% Zn), fabricated in the Institute's laboratory. From these ingots thixotropic castings were poured on a Buhler 160 H machine of properly redesigned chamber and modified system of injection control. For the needs of this study a plan of experiment (complete plan 2³) was developed. The variable parameters in the plan of experiment were temperature of rods preheating in a furnace, die temperature, and plunger travel speed during the first stage of the process when the alloy is forced from the chamber to the test die cavity. From the obtained batch of castings the specimens were cut out for metallographic examinations (colour metallography) to determine the shape and distribution of precipitates and identify the respective phases.

A. Karwiński, S. Pysz (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Rapid prototyping techniques used in foundry engineering**, p. 67

Article described rapid prototyping methods as well as their presume to perform of prototype casts. Present results realized work were pointed out dimension accuracy of cast using different RPS technics. Perform casts was estimated also under in relation to costs of receipt of one prototype cast. Usage RPS system along with devices to precise casting, permits perform casts with very thin walls, which in serial production are produce pressure cast technology. This makes possible usage these systems to receive casts, which they can be tested in prototype devices.

J. Barz (*Schmelzmetall Deutschland GmbH, Steinfeld-Hausen, Germany*): **Schmelzmetall products and solution for die casting**, p. 73

Schmelzmetall AG and the complete Schmelzmetall group has developed into a world leader in innovative production of precipitation hardened high performance copper alloys. Using a vacuum furnace for melting and casting in one unit Schmelzmetall has a unique selling point worldwide. Under the brand-name Hovadur® Schmelzmetall is selling several outstanding copper alloys such as CNCS or CCNB for the use as the best material for piston with the longest service life ever. Out of this Schmelzmetall has developed their own assembly group: a piston – adapter system presented in this paper. In cooperation with InterGuss Giessereiprodukte we offer more than 30 years of experience in casting. The venting products C-Vent, MiniVent and OptiVent are an answer to all venting problems. The basics of venting and the need for a big as possible gas passage over the gap (lead) will be explained. In addition to this InterGuss has developed VacuCheck a process control unit that measures the air flow during the evacuation of the die. The only real possibility to evaluate the pressure progress in the die and to decide if the evacuation is okay or not. Finally we can offer among this line also a vacuum unit TopVac. Last but not least the advantages of tungsten composites for components like core pins or inserts are shown in this paper. Tungsten with its outstanding properties an excellent corrosion resistance against molten aluminium and copper alloys offers extended service intervals and longer service life. Schmelzmetall, their products and solutions for die casting in cooperation with the experience and products of our partners, are a good choice if you want to increase productivity and reduce rejection rate.

A. Fajkiel, E. Czekaj, P. Darlak, T. Reguła (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*): **Current condition and the future of magnesium die casting**, p. 91

This paper presents the current situation in die casting of magnesium alloys and predicts its development in the future. It contains description of conventional and advanced alloys, their properties and applications. Furthermore, the authors make a review of technological tendencies in casting of magnesium alloys. Also main directions in development of die casting industry are marked.

A. Fajkiel, P. Dudek (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*), R. W. Cibis (*NTP Sp. z o.o., Kędzierzyn-Koźle*): **Automatic semi-gantry type molten metal feeder**, p. 99

Feeding and pouring of metal into the chamber of die casting machine is one of the most important operations in mechanisation of the die casting process. Molten metal is handled to the die casting machine chamber by feeders of various types – bucket or rocker arm feeders, which enable casting of details weighing up to 5 kg, and gantry-type, gas-operated, pneumatic feeders, used for elements weighing more than 5 kg. As a result of cooperation between the Foundry Research Institute in Krakow and NTP Cibis, a feeder was designed for automatic handling of the batches of molten metal weighing more than 8,0 kg. The feeder

is used for aluminium alloys poured into the horizontal cold-chamber die casting machines of up to 20 MN (2000 Tons) locking force. It is a free-standing device with kinematic control system and an option enabling the choice of minimum/maximum metal batch volume. Due to this it is easy in adaptation to the die casting machines of different sizes.

A. Fajkiel, K. Saja, P. Dudek, P. Darlak (*Instytut Odlewnictwa, Kraków*), W. Walczak (*Odlewnia Silum Sp. z o.o., Czarnożyły*): **Redesigned venting system of die cavity and its effect on the quality of cast oil pump body for Mercedes class C**, p. 115

The study presents the design and technological guidelines for die to make a casting of oil pump body of very intricate configuration and high quality requirements. The die venting system was redesigned using special insert, the aim of which was to increase the effectiveness of operation. The new system was checked on a MagmaSOFT program, simulating the die cavity filling process, casting solidification and formation of gas porosity. The obtained results have confirmed the effectiveness of the proposed modification of the die cavity venting system.

S. Pietrowski (*Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź*): **New silumins for die casting**, p. 123

The study describes silumins of the new generation suitable for die casting. They contain nickel and copper in a content raised up to 5% Ni and 4% Cu along with the additions of chromium and molybdenum. It has been proved that Cr and Mo are responsible for the formation of complex intermetallic phases, the constitution of which includes the alloying additions present in silumins as well as Fe and Si. This eliminates the harmful effect of Fe, reduces the content of Si in eutectic and causes its refining. It has been observed that the strong refinement of casting microstructure is the effect of crystallisation of the successive phases at the previously crystallised/aluminium interface. A consequence of the microstructure refinement in castings are their high mechanical properties. It has been proved that the behaviour of silumins may be controlled by thermal-derivative analysis using a computer program.

S. Pietrowski, R. Władysiak (*Politechnika Łódzka, Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji, Łódź*): **Effect of water mist cooling on low-pressure die casting of silumin motor car wheels**, p. 137

The study presents the results of investigations of the low-pressure die casting of silumin motor car wheels using water mist and compressed air for die cooling. The results of temperature measurements at some typical points in the casting and die cooled with water mist and air are also stated. Temperature and porosity distribution in castings obtained by simulation of the casting process on MAGMA program are shown. It has been proved that the use of water mist increases the die and casting cooling rate, reduces casting cycle and the number of rejected castings, and improves the casting properties, i.e. $R_{p0,2}$, R_m , A_5 and HB.