

**Anna Dolata-Grosz^{1*}, Werner Hufenbach², Józef Ślezionea³, Andrzej Czulak⁴, Maik Gude⁵, Maciej Dyzia⁶
Jakub Wieczorek⁷**

^{1,3,6,7} Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii, Katedra Technologii Stopów Metali i Kompozytów, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, Poland

^{2,4,5} Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden, 01062 Dresden, Germany

* Corresponding author. E-mail: anna.dolata-grosz@polsl.pl

Otrzymano (Received) 01.04.2008

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKONANIA MIESZADŁA KOMPOZYTOWEGO (CMC) DO ZASTOSOWAŃ W TECHNOLOGII ZAWIESINOWEJ

Komunikat

W ramach współpracy polsko-niemieckiej pomiędzy Technische Universität Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik a Zakładem Kompozytów i Metalurgii Proszków w Politechnice Śląskiej zaproponowano koncepcję materiałowo-technologiczną opartą na wykorzystaniu nowego materiału z przeznaczeniem do pracy w środowisku ciekłego metalu. W pracy przedstawiono główne założenia projektu, dotyczącego zaprojektowania i wykonania mieszadła z materiału kompozytowego (CMC) o osnowie ceramicznej z włóknem ceramicznym (węglowym, SiC lub bazaltowym). Wykorzystanie zalet włóknistych kompozytów o osnowie ceramicznej, takich jak: odporność na oddziaływanie cieplne, mechaniczne i chemiczne powinno przyczynić się do zwiększenia trwałości mieszadła w stosunku do dotychczas stosowanych rozwiązań. Oczekuje się, że proponowane rozwiązanie wpłynie na jakość otrzymywanych zawiesin kompozytowych zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i późniejszej praktyce przemysłowej.

Słowa kluczowe: kompozyty, technologie zawiesinowe, mieszadło ceramiczne, CMC

POSSIBILITY OF REALIZATION OF CMC COMPOSITE STIRRER FOR SUSPENSION METHOD OBTAINING MMC

Announcement

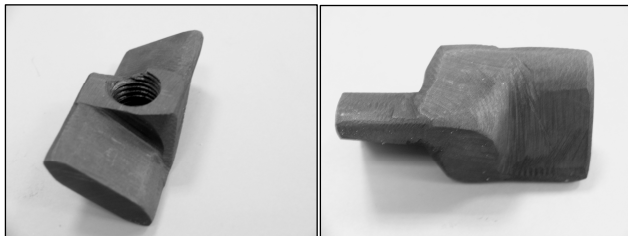
The Polish-German collaboration between Technische Universität Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik and the Institute of Composites and Powder Metallurgy at the Silesian University of Technology has resulted in a proposal of a material and technological conception based on utilizing the new material intended for operation in a liquid metal environment. The principle assumption of the project concerning to design and making a stirrer from a ceramic matrix composite (CMC) reinforced with a ceramic fibre (carbon, SiC or basaltic) has been shown in the article. The taking advantage of the merits of fibrous composites with a ceramic matrix, the merits including: resistance to thermal, mechanical and chemical action should contribute to enhancement of the stirrer's durability compared to the existing solutions. The proposed solution is expected to improve the quality of the composite suspensions obtained in both laboratory conditions and in further industrial practice.

Keywords: composites, suspension methods, ceramic stirrer, CMC

W ramach współpracy polsko-niemieckiej pomiędzy Technicznym Uniwersytetem w Dreźnie, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik a Zakładem Kompozytów i Metalurgii Proszków w Politechnice Śląskiej realizowany jest projekt dotyczący doboru materiału i technologii wykonania mieszadła kompozytowego z przeznaczeniem do pracy w środowisku ciekłego metalu i wytwarzania zawiesin kompozytowych.

Dotychczasowe doświadczenia własne oraz analiza dostępnych źródeł literaturowych [1-10] wskazują, że najczęstszym i z punktu widzenia technologicznego najbardziej uzasadnionym materiałem do produkcji mieszadeł jest grafit. Istotą metody wytwarzania zawiesin kompozytowych, opracowanej przez autorów, jest wytworzenie wiru ciekłego metalu, który umożliwia wprowadzenie cząstek ceramicznych do materiału

osnowy [1]. Główną rolę w uzyskaniu optymalnego przepływu strugi ciekłego metalu odgrywa mieszadło. Warunki realizacji procesu wymagają odpowiedniego doboru zarówno rodzaju materiału, z jakiego wykonane jest mieszadło, jak i opracowania odpowiedniego kształtu łopatek. Widok mieszadła grafitowego wykonanego i stosowanego do wytwarzania zawiesin kompozytowych w Zakładzie Kompozytów i Metalurgii Proszków Politechniki Śląskiej pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Widok mieszadła grafitowego stosowanego do wytwarzania zawiesin kompozytowych w Katedrze Stopów Metali i Kompozytów Politechniki Śląskiej

Fig. 1. View of the graphite stirrer using to composite suspension production in Department of Composite Materials and Powder Metallurgy in Silesian University of Technology

Znane są gotowe rozwiązania układów mieszania, stosowanych w procesach metalurgicznych, w których wykorzystywane są grafitowe mieszadła [7, 9]. Jest tak w przypadku rafinacji cynku, odgazowania aluminium i jego stopów czy w procesach rafinacji srebra i jego stopów. W procesach tych grafit sprawdza się dzięki swej chemicznej i termicznej odporności. Jednak wykonanie mieszadeł grafitowych o złożonym kształcie wymagany w procesie wytwarzania zawiesin kompozytowych, jest kosztowne ze względu na konieczność zastosowania złożonej obróbki ubytkowej (toczenie, wiercenie, frezowanie). Wadą tego rozwiązania są znaczne (sięgające 40%) straty materiału. Złożony kształt mieszadła wymusza także łączenie kilku elementów mieszadła, co dodatkowo wpływa niekorzystnie na jego trwałość i znacząco zmniejsza wytrzymałość mechaniczną. W procesie wytwarzania zawiesin kompozytowych mieszadło narażone jest dodatkowo na takie czynniki niszczące, jak: abrazyjne oddziaływanie fazy zbrojącej oraz szoki cieplne wynikające z konieczności nawet kilkakrotnego wyciągania mieszadła z metalowej kąpieli w trakcie procesu. Na rysunku 2 pokazano widok zużytego mieszadła grafitowego po 10 cyklach wytwarzania.

Z kolei zastosowanie mieszadeł metalowych może prowadzić do ich rozpuszczania w ciekłym stopie, co powoduje zaburzenia w jego składzie chemicznym. Natomiast w przypadku stosowania ceramicznych mieszadeł (np. Al_2O_3) czynnikiem destrukcyjnym są szoki cieplne, na które narażone są mieszadła. Powstające wówczas naprężenia cieplne powodują również niszczenie powłok ochronnych, których możliwość zasto-

sowania także była sprawdzana w warunkach laboratoryjnych i technologicznych.



Rys. 2. Widok powierzchni zużytego mieszadła grafitowego stosowanego do wytwarzania zawiesin kompozytowych w Katedrze Stopów Metali i Kompozytów Politechniki Śląskiej, po 10 cyklach

Fig. 2. View of the wear surface of graphite stirrer using for composite suspension production in Department of Composite Materials and Powder Metallurgy in Silesian University of Technology, after 10 cycles

Stąd, w ramach realizowanego projektu, przewiduje się zaprojektowanie i wykonanie mieszadła z materiału kompozytowego, o osnowie ceramicznej (CMC), wzmocnionej włóknem ceramicznym (węglowym, SiC lub bazaltowym). Odporność na oddziaływanie cieplne, mechaniczne i chemiczne proponowanych kompozytów powinna przyczynić się do zwiększenia trwałości mieszadła w stosunku do dotychczas stosowanych rozwiązań. Do głównych celów projektu należą:

- zaprojektowanie optymalnego kształtu mieszadła (łopatek i uchwytu), z uwzględnieniem technologicznych ograniczeń w jego produkcji i wymogów wynikających z kształtowania strugi wirującego metalu w trakcie jego pracy;
- opracowanie technologii wytwarzania mieszadeł kompozytowych CMC;
- ocena właściwości mieszadła kompozytowego, w tym: trwałości w warunkach pracy, odporności korozyjnej, właściwości mechanicznych oraz odporności na zmienne warunki cieplne;
- doświadczalna weryfikacja badań, polegająca na wykorzystaniu prototypowych mieszadeł do produkcji zawiesin kompozytowych na bazie stopów aluminium.

Kompozytowe mieszadło odporne na oddziaływanie cieplne, mechaniczne i chemiczne jest gwarancją zachowania powtarzalności i wysokiej jakości procesu wytwarzania zawiesin kompozytowych. Jego zaprojektowanie i wykonanie pozwoli nie tylko rozszerzyć możliwości prac badawczych na poziomie laboratorium, ale ułatwi wprowadzenie ciekło-fazowych technologii otrzymywania kompozytów typu MMC do przemysłu.

Podziękowania

Praca badawcza finansowana ze środków niemieckiej fundacji: Herbert Quandt Stiftung w 2008 roku.

LITERATURA

- [1] Śleziona J., Kształtowanie właściwości kompozytów stop Al-cząstki ceramiczne wytwarzanych metodami odlewniczymi, Z. 47, Gliwice 1994.
- [2] Śleziona J., Podstawy technologii kompozytów, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1998.
- [3] Dolata-Grosz A., Śleziona J., Czynniki determinujące kształtowanie struktury w kompozytach Al-cząstki ceramiczne w procesie odlewania odśrodkowego, Inżynieria Materiałowa 2003, 6(137), 613-616.
- [4] Śleziona J., Wieczorek J., Dolata-Grosz A., Wpływ procesu odgazowania na strukturę kompozytów aluminiowych zawierających cząstki węgla szklanego i węgla krzemowego, Inżynieria Materiałowa 2006, 3(151), 665-667.
- [5] Dolata-Grosz A., Wieczorek J., Śleziona J., Dyzia M., Możliwości wykorzystania technik próżniowych do podniesienia jakości zawieszin kompozytowych, Archiwum Odlewnictwa 2006, 6, 18(1/2), 285-290.
- [6] Dolata-Grosz A., Śleziona J., Identyfikacja porowatości w kompozytach typu stop Al-cząstki ceramiczne wytwarzanych metodą odlewania odśrodkowego, Zjawiska Powierzchniowe w Procesach Odlewniczych, Kołobrzeg, czerwiec 2004, Archiwum Technologii Maszyn i Automatyzacji, vol. 24/1, Poznań-Kołobrzeg, czerwiec 2004, 57-65.
- [7] Kok M., Production and mechanical properties of Al₂O₃ particle-reinforced 2024 aluminium alloy composites, Journal of Materials Processing Technology 2005, 161, 381-387.
- [8] Naher S., Brabazon D., Looney L., Simulation of the stir casting process, Journal of Materials Processing Technology 2003, 143-144, 567-571.
- [9] Hashim J., Looney L., Hashmi M.S.J., Metal matrix composites: production by the stir casting method, Journal of Materials Processing Technology 1999, 92-93, 1-7.
- [10] Kaczmar J.W., Pietrzak K., Włosiński W., The production and application of metal matrix composite materials, Journal of Materials Processing Technology 2000, 106, 58-67.