https://doi.org/10.62753/ctp.2001.05.2.2

Anna Dolata-Grosz[1], Jakub Wieczorek[2], Maciej Dyzia[3], Józef Śleziona[4]
Politechnika Śląska, Zakład Kompozytów, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice

STRUKTURA KOMPOZYTOWYCH ODLEWÓW OTRZYMANYCH ODŚRODKOWO

Zastosowanie odlewania odśrodkowego w celu wytworzenia kompozytów zbrojonych cząstkami korundu i węglika krzemu zapewnia warstwowe rozmieszczenie zbrojenia w odlewie. W artykule przedstawiono rozkład zbrojenia (Al_2O_3 i SiC) w osnowie stopu AK12 oraz struktury uzyskanych tulei kompozytowych.

STRUCTURE OF CENTRIFUGAL CAST COMPOSITES

In response to modern industry requirements scientist's attention turns toward composite materials which join all the undermentioned qualities: good sliding, high strength, high wear and abrasion resistance. The example of such kind of materials are composites on alumnium alloy matrix with ceramic reinforcement. Not only the kind of reinforcement that is used influences materials utilisable qualities but also its distribution. Many parts of the machines (pistons, sleeve) need local distribution of the reinforcement. One of the solutions that enables increasing the quantity of the reinforcement in superficial regions is casting them into spinning forms. This technology makes possible forming the structure of the materials with any reinforcement distribution.

In the article there is presented the analysis of the composite AK12+Al_2O_3 and AK12+SiC acquired through the centrifugal casting. The process was carried on by means of two rotational speeds: 750 and 3000 r.p.m. For alumnium matrix reinforcement alumina and silicon carbide particles were used at 30, 50 and 100 µm size. Tens casting with different reinforcement distribution were obtained. According to process parameters and particles size internal (Fig. 4) and external (Fig. 6) reinforcement was obtained. During sleeve casting from suspension containing in its volume three reinforcement granulation's (30, 50, 100 µm) clear particle separation according to their quantity was observed and two layers - external and internal (Fig. 8) - were obtained. Considering acquired results it was found that there is a possibility of projecting materials on the way of centrifugal casting. However there is a necessity of further researches on influence of the generation parameters process on the laminar structure of the sleeve.

WSTĘP

Ważnym zagadnieniem dotyczącym kształtowania struktury kompozytów odlewanych jest możliwość uzyskania jednorodnej zawiesiny cząstek ceramicznych w ciekłym stopie [1]. Problemy, jakie należy rozwiązać podczas projektowania i wytwarzania kompozytów o osnowie ze stopów aluminium zbrojonych cząstkami ceramicznymi, to zagadnienia zwilżalności [2], wzajemnego oddziaływania pomiędzy komponentami, wpływu obecności cząstek na proces krzepnięcia kompozytu oraz dobór odpowiednich parametrów procesu w celu wytworzenia struktur o określonym rozłożeniu zbrojenia [3].

Zastosowanie metod odlewniczych do wytwarzania kompozytów w układzie Al-cząstki ceramiczne pozwala uzyskać materiał konstrukcyjny o dowolnym rozmieszczeniu zbrojenia. Wiele części maszyn, np. tłoki, tuleje, koła pasowe, wymaga poprawy jedynie właściwości warstwy wierzchniej, czyli lokalnego rozmieszczenia zbrojenia. Takie rozmieszczenie, zwłaszcza przy zbrojeniu cząstkami ceramicznymi, jest korzystne, gdyż podwyższa odporność na ścieranie i odporność cieplną warstw przypowierzchniowych przy zachowaniu wysokich właściwości mechanicznych i plastycznych rdzenia.

Jednym z rozwiązań umożliwiającym zwiększenie ilości zbrojenia w obszarach zewnętrznych odlewów kompozytowych jest ich odlewanie do form wirujących [4, 5]. Dodatkowo poprzez zastosowanie metod odlewniczych istnieje możliwość kształtowania struktury kompozytów, a tym samym projektowania ich własności w zależności od przeznaczenia użytkowego [6]. Określenie zależności pomiędzy parametrami procesu odlewania odśrodkowego a uzyskanym rozmieszczeniem zbrojenia w aluminiowej osnowie pozwoliło na wytworzenie warstwowych struktur kompozytowych z przeznaczeniem na wysoko obciążone układy cierne [7].

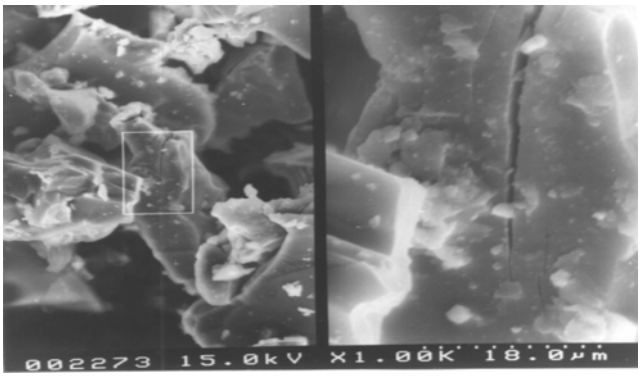
CZĘŚĆ EKSPERYMENTALNA

Realizacja procesu technologicznego

Proces technologiczny odlewania tulei kompozytowych AK12+Al_2O_3 i AK12+SiC był prowadzony w dwóch eta-

[1,2,3] mgr inż., [4] dr hab. inż., prof. PŚ

pach. Pierwszy etap polegał na wytworzeniu zawiesiny kompozytowej o 10% udziale objętościowym zbrojenia (Al_2O_3 lub SiC) zgodnie z technologią mechanicznego mieszania [6]. Cząstki ceramiczne o wielkości 30, 50 i 100 μm przed wprowadzeniem do stopionej osnowy prażono oraz preparowano związkami sodu [9].



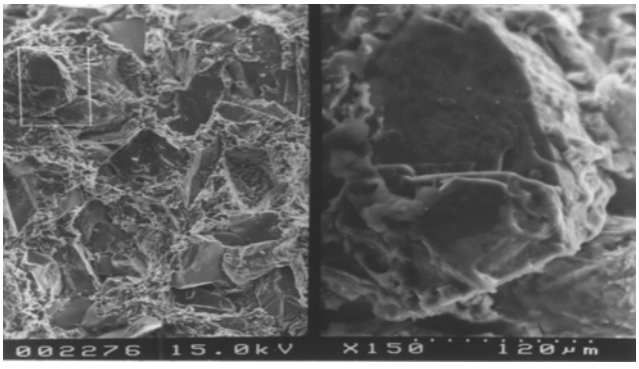
Rys. 1. Struktura powierzchni cząstek Al_2O_3 (30 μm) po prażeniu

Fig. 1. Structure of Al_2O_3 (30 μm) particles surface after roasting

W drugim etapie otrzymane wlewki kompozytowe topiono i wygrzewano w piecu w temperaturze 740°C. Wygrzaną zawiesinę kompozytową mieszano, a następnie odlewano do kokili o średnicy 38 i 46 mm wirującej z prędkością obrotową odpowiednio 750 i 3000 obr/min wg technologii opisanej w pracach [10, 11].

ANALIZA UZYSKANYCH STRUKTUR

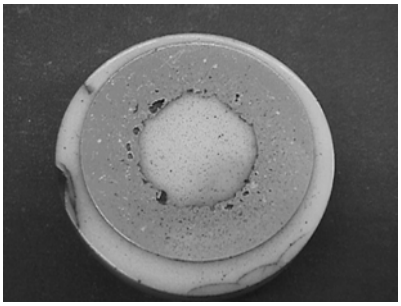
Z wytworzonych kompozytów pobrano próbki do badań metalograficznych. Wykonano zgłady i poddano je obserwacji makro- i mikroskopowej, analizując rozmieszczenie cząstek w osnowie oraz strukturę uzyskanych warstw w odlewach odśrodkowych. Przykładową strukturę przełomu kompozytu AK12-SiC pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Struktura kompozytu AK12+SiC (50 μm) po preparacji NaOH - stan po zrywaniu

Fig. 2. Structure of aluminium matrix - silicon carbide (50 μm) prepared with NaOH - fracture after tensil test

Badania struktury rozmieszczenia tulei odlanych odśrodkowo z prędkością obrotową wynoszącą 750 obr/min ujawniły obecność cząstek zbrojących w warstwie wewnętrznej odlewu (rys. 3). Uzyskana warstwa charakteryzowała się znaczną porowatością. Pojawiające się w strefach wewnętrznych pęcherze gazowe wynikają ze zbyt dużej prędkości chłodzenia.

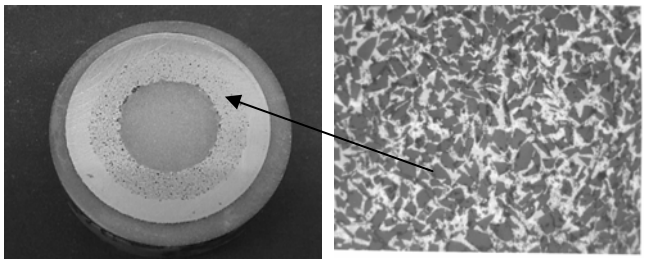


Rys. 3. Makrostruktura tulei AK12-Al_2O_3 (50 μm) odlanej do kokili o średnicy 38 mm przy prędkości obrotowej 750 obr/min

Fig. 3. Macrostructure of AK12-Al_2O_3 (50 μm) of the sleeve obtained at 750 r.p.m

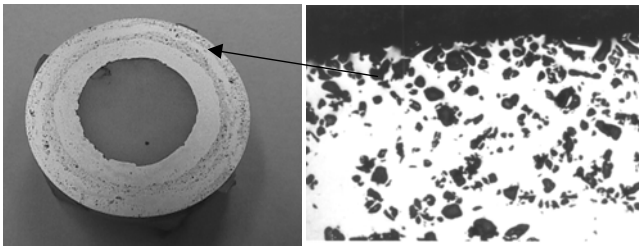
Mała prędkość obrotowa formy (750 obr/min), w przypadku odlewania zawiesiny kompozytowej zawierającej trzy różne wielkości cząstek 30, 50, 100 μm, zapewnia równomierny rozkład zbrojenia ceramicznego na przekroju poprzecznym tulei.

Warstwowe rozmieszczenie zbrojenia pojawia się w tulejach odlewanych z prędkością obrotową kokili wynoszącą 3000 obr/min. Zaobserwowano w tym przypadku wyraźną segregację zbrojenia zależną od wielkości stosowanych cząstek SiC i Al_2O_3. W odlewach, w których stosowano cząstki o wielkości 30 μm, tworzyła się wyraźna warstwa wewnętrzna. Rozmieszczenie cząstek ceramicznych (SiC i Al_2O_3) na przekroju poprzecznym tulei odlanej przy 3000 obr/min oraz strukturę warstwy pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Makrostruktura tulei AK12-SiC (30 μm) (ø 38 mm, 3000 obr/min). Struktura warstwy wewnętrznej, pow. 250x

Fig. 4. Macrostructure of AK12-SiC (30 μm) of the sleeve (ø 38 mm, 3000 r.p.m.). Structure of the internal layer, mag. 250x



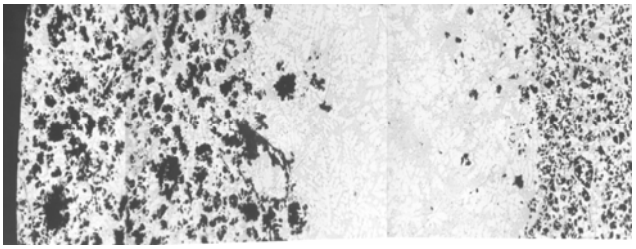
Rys. 5. Makrostruktura tulei odlanej z kompozytu AK12-Al_2O_3 (50 μm). Struktura warstwy zewnętrznej, pow.100x

Fig. 5. Macrostructure of AK12-Al_2O_3 (50 μm) of the composite sleeve. Structure of the outer layer, mag. 100x

Powstała warstwa była zwarta, jednolita bez widocznych porów z wyraźną granicą rozdziału pomiędzy czystą, niezbrojną osnową.

Przy zastosowaniu cząstek o granulacji 50 μm zaobserwowano tendencję lokowania się zbrojenia w warstwach zewnętrznych odlewu (rys. 5).

Warstwowe rozmieszczenie ceramiki z zewnętrzną i wewnętrzną strefą zbrojoną pojawia się przy odlewaniu tulei z zawiesiny o 10% udziale objętościowym cząstek ceramicznych o wielkościach odpowiednio 30, 50, 100 μm. Zaobserwowano w tym przypadku wyraźną separację cząstek w zależności od ich wielkości niezależnie od rodzaju zbrojenia. Na wykonanych zgładach widoczne są dwie warstwy zbrojone, warstwa wewnętrzna i zewnętrzna. Analiza struktury ujawniła w warstwie zewnętrznej cząstki duże (50 μm), natomiast w warstwie wewnętrznej cząstki małe o wielkości 30 μm. Przykładową strukturę wytworzonego kompozytu pokazano na rysunku 6.



Rys. 6. Struktura rozmieszczenia cząstek Al_2O_3 (30, 50,100 μm) na przekroju tulei, pow. 50x

Fig. 6. Structure of distribution of the Al_2O_3 (30, 50,100 μm) particles in the sleeve, mag. 50x

PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, można stwierdzić, iż istnieje możliwość projektowania struktury oraz wytwarzania odśrodkowych odlewów kompozytowych z warstwowym rozmieszczeniem zbrojenia w osnowie (rys. 6). Przedstawiona struktura rozmieszczenia zbrojenia na przekroju poprzecznym tulei pokazuje także, że zastosowane parametry odlewania (prędkość obrotowa formy, wielkość cząstek ceramicznych) umożliwiają uzyskanie równomiernego rozmieszczenia cząstek na całym przekroju tulei oraz rozmieszczenia z wewnętrzną (rys. 4), jak i zewnętrzną strefą zbrojoną (rys. 5). Istnieje jednak konieczność dalszej analizy wpływu poszczególnych parametrów procesu odlewania na rozmieszenie cząstek ceramicznych w osnowie oraz jakość i własności wytworzonych tulei. Wykonana analiza struktur wykazała bowiem porowatość obszarów zbrojonych, szczególnie w warstwach wewnętrznych odlewów, przy zastosowaniu niewielkiej prędkości obrotowej formy (750 obr/min). Porowatość tę wyeliminowano przy zastosowaniu większej ilości obrotów formy (3000 obr/min), co jest istotnym krokiem w badaniach dotyczących odlewania odśrodkowego kompozytów zbrojonych cząstkami ceramicznymi.

LITERATURA

[1] Szweycer M., Jackowski J., Bylka C., Wpływ zjawisk powierzchniowych na tworzenie się jednorodnej zawiesiny przeznaczonej na kompozyty, Konferencja nt. Zjawiska powierzchniowe w procesach odlewniczych, Poznań-Kołobrzeg 1994.

[2] Śleziona J., Wpływ zwilżania na zjawiska segregacji zbrojenia w odlewanych kompozytach Al-cząstki ceramiczne, II Konferencja nt. Zjawiska powierzchniowe w procesach odlewniczych, Poznań-Kołobrzeg 1994.

[3] Śleziona J., Grosz A., Wieczorek J., Wytwarzanie odlewów zbrojonych warstwowo cząstkami Al_2O_3, IV Międzynarodowa Konferencja nt. Zjawiska powierzchniowe w procesach odlewniczych, Poznań-Kołobrzeg 1998.

[4] Górny Z., Odlewanie w formach wirujących, WNT, Warszawa 1966.

[5] Braszczyński J., Zyska A., Tomczyński S., Rozkład cząstek ceramicznych w obszarach przypowierzchniowych kompozytu odlewanego odśrodkowo o osi pionowej, IV Międzynarodowa Konferencja nt. Zjawiska powierzchniowe w procesach odlewniczych, Poznań-Kołobrzeg 1998.

[6] Śleziona J., Kształtowanie właściwości kompozytów stop Al-cząstki ceramiczne wytwarzanych metodami odlewniczymi, ZN PŚ 41, Gliwice 1994.

[7] Posmyk A., Śleziona J., Grosz A., Wieczorek J., Reibungs- und Schmierungsverthalten von Aluminium - legierungen mit einem verstärkten Oberflächenbereich, Technische Akademie Esslingen, 12th International Colloquium, January 11-13, 2000, Tribology 2000 - Plus.

[8] Śleziona J., Myalski J., Grosz A., Wieczorek J., Odśrodkowe odlewanie kompozytów Al-cząstki ceramiczne, IV Międzynarodowa Konferencja nt. Zjawiska powierzchniowe w procesach odlewniczych, Poznań-Kołobrzeg 1998.

[9] Śleziona J., Grosz A., Wieczorek J., Dytkowicz, Wpływ preparacji cząstek Al_2O_3 i SiC na jakość zawiesiny metalowo-ceramicznej, IV Międzynarodowa Konferencja nt. Zjawiska powierzchniowe w procesach odlewniczych, Poznań-Kołobrzeg 1998.

[10] Śleziona J., Grosz A., Wieczorek J., Obróbka powierzchni cząstek Al_2O_3 wprowadzanych do ciekłego stopu Al, VI Seminarium Naukowe nt. Nowe technologie i materiały w metalurgii i inżynierii materiałowej, Katowice 1998.

[11] Śleziona J., Grosz A., Wieczorek J., Centrifugal casting of the aluminium alloy - Al_2O_3 particle composites, II Cast Composites Conference'98, Polanica Zdrój 1998.

Recenzent
Edward Guzik