RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236021**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **411713**

(22) Data zgłoszenia: **23.03.2015**

(51) Int.Cl.
B22D 13/06 (2006.01)
C04B 41/88 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania kompozytowych odlewów ceramiczno-metalicznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
26.09.2016 BUP 20/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.11.2020 WUP 19/20

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ANNA JANINA DOLATA, Mikołów, PL
MACIEJ DYZIA, Sosnowiec, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Katarzyna Borkowy

PL 236021 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania odlewów ceramiczno-metalicznych, zwłaszcza do pracy w stanie złożonych obciążeń.

Stale wzrastające wymagania silnie obciążonych, lekkich elementów konstrukcyjnych, zwłaszcza w transporcie wodnym, lądowym, lotniczym, budowie maszyn i inżynierii przemysłowej, nieustannie wymuszają zastosowanie nowych materiałów kompozytowych, które ze względu na duże możliwości w zakresie kształtowania ich struktury, a tym samym projektowania właściwości, przewyższają monolityczne materiały konwencjonalne.

Znane są kompozyty o osnowie stopów aluminium zbrojone cząstkami ceramicznymi, tj.: Al_2O_3, SiC, SiO_2, grafit, węgiel szklisty oraz kompozyty hybrydowe na osnowie stopów aluminium wzmacniane mieszaniną cząstek tj.: SiC+grafit oraz SiC+węgiel szklisty. Przykładem masowej produkcji tego typu materiałów są kompozyty na osnowie stopu A359 zbrojone cząstkami SiC lub Al_2O_3, znane pod nazwą DURALCAN, które produkowane są na skalę przemysłową przez amerykańską firmę ALCAN ALUMINIUM CORPORATION. Z uwagi na swoje właściwości mechaniczne, takie jak: twardość, odporność na zużycie, właściwości termiczne, stabilność wymiarową w podwyższonych temperaturach oraz możliwość pracy w warunkach ograniczonego smarowania np.: kompozyty zbrojone cząstkami grafitu czy węgla szklistego, wykorzystywane są zwłaszcza w przemyśle motoryzacyjnym, jako materiał na elementy silników: tłoki, tuleje cylindrowe, które produkowane są przez Toyotę i Hondę czy też podzespoły układów hamulcowych pracujących w warunkach intensywnego zużycia ciernego i szoków termicznych, takich jak: bębny i tarcze hamulcowe. Znane są również metody wytwarzania tego typu metalowych materiałów kompozytowych zwłaszcza w oparciu o metodę mechanicznego mieszania przedstawione w patentach: US5228494 i PL217146.

Do grupy nowoczesnych materiałów inżynierskich, które wykazują ogromny potencjał aplikacyjny należą kompozyty ceramiczno-metaliczne o strukturze perkolacji faz. Tego typu materiały kompozytowe posiadają charakterystyczną, przestrzenną strukturę wzajemnie przenikających się szkieletów fazy ceramicznej i fazy metalowej lub polimerowej. Kompozyty o wzajemnie przenikających się szkieletach, wytwarzane są metodą infiltracji ceramicznej preformy ciekłym metalem lub polimerem pod zwiększonym ciśnieniem, co umożliwia uzyskanie mikrostruktury zapewniającej perkolację faz. Znane są sposoby infiltracji ciśnieniowej preform ceramicznych ciekłym metalem, miedzy innymi z następujących patentów: PL170196: „Sposób infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem" oraz PL216505: „Kompozytowy materiał metalowo-ceramiczny oraz sposób jego otrzymywania. Opisane sposoby infiltracji ciśnieniowej polegają na tym, że ciśnienie infiltracji wywierane jest za pomocą tłoka prasującego. W podanych przykładach PL170196 infiltrację ciśnieniową porowatych preform ceramicznych prowadzono pod ciśnieniem 200 MPa w ciągu 60 s, pod ciśnieniem 120 MPa w ciągu 45 s, a także pod ciśnieniem 1230 MPa w czasie 90 s. Zgodnie z opisem patentowym PL216505 nasycenie metalem porowatych kształtek ceramicznych wykonano w prasie hydraulicznej Degusa, pod ciśnieniem nieprzekraczającym 40 MPa w czasie 3 minut. Opisane sposoby infiltracji porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem tj.: ciekłym aluminium i jego stopami, charakteryzuje stosunkowo wysokie ciśnienie wywołane wskutek ruchu tłoka prasującego. Skutkiem działania wysokiego ciśnienia w procesie infiltracji jest pękanie preform ceramicznych, szczególnie obszarów połączeń między makroporami i uszkodzenie przestrzennej struktury ceramicznej. W rezultacie w materiale po infiltracji ciśnieniowej występują nieciągłości strukturalne, które obniżają jego własności użytkowe.

Sposób według wynalazku polega na tym, że proces infiltracji prowadzi się dwuetapowo, w pierwszym etapie porowatą kształtkę ceramiczną, taką jak: Al_2O_3, ZrO lub SiC, o porowatości otwartej od 50% do 90% i rozmiarze makroporów od 150 μm do 4000 μm umieszcza się w formie i wygrzewa się w temperaturze do 120°C, równocześnie w tyglu topi się stop aluminium lub magnezu pod ciśnieniem nie przekraczającym 5 kPa, w zakresie temperatury od 640°C do 720°C, po czym formę zanurza się pod lustro ciekłego metalu, pod ciśnieniem korzystnie 4M Pa stosując infiltrację ciśnieniowo-gazową, następnie przemieszcza się formę do górnej strefy pieca, studzi do temperatury 120°C, w drugim etapie stop aluminium lub magnezu umieszcza się w tyglu, topi się w temperaturze do 720°C, uprzednio wytworzony kompozyt umieszcza się w wirującej formie i wygrzewa do 350°C, następnie wprowadza się w ruch z prędkością obrotową korzystnie 4000 obr/min, po czym zalewa się ciekłym metalem, odlew studzi się.

Zaletą wynalazku jest zastosowanie niskiego ciśnienia infiltracji, które nie powoduje uszkodzenia przestrzennej struktury porowatej ceramiki, umożliwia pełne wypełnienie porów w stosowanych preformach ceramicznych tj.: porowatość szczątkowa jest na poziomie poniżej 1%, dodatkowo jest wykorzystany proces infiltracji odśrodkowej, co pozwala na uzyskanie lokalnej warstwy zbrojenia w odlewie.

P r z y k ł a d

Sposób według wynalazku prowadzi się dwuetapowo. W pierwszym etapie prowadzi się proces gazowo-ciśnieniowej infiltracji GPI w autoklawowym stanowisku do infiltracji struktur porowatych PA8/PrGC. Porowatą kształtkę ceramiczną, taką jak: Al_2O_3 o średnicy 25 mm i wysokości 40 mm, o porowatości otwartej korzystnie 80% i rozmiarze makroporów 500 μm umieszcza się w formie grafitowej o średnicy 26 mm i wysokości 80 mm, zamkniętej w stalowym uchwycie, na ruchomym ramieniu tłoczyska i wygrzewa się w temperaturze maksymalnie do 120°C. Równocześnie stop AlSi12CuNiMg w ilości 750 g umieszcza się w tyglu ceramicznym, a następnie topi się w temperaturze korzystnie 720°C w warunkach obniżonego ciśnienia nie przekraczającym 5 kPa. Po stopieniu metalu, za pomocą ruchomego tłoczyska formę grafitową zanurza się pod lustro ciekłego metalu pod ciśnieniem do 4MPa, następnie za pomocą ruchomego tłoczyska formę grafitową przemieszcza się do górnej strefy pieca, studzi się do temperatury 120°C w czasie korzystnie 1 godziny. Drugi etap realizuje się na stanowisku do odlewania z ciśnieniem odśrodkowym MOV500. Stop AlSi12CuNiMg w ilości 550 g umieszcza się w tyglu ceramicznym, topi się w temperaturze 720°C w uchylnym piecu oporowym zabudowanym nad lejem zalewowym komory roboczej stanowiska, następnie wygrzewa się do temperatury 350°C. Wytworzony w pierwszym etapie kompozyt umieszcza się w trójdzielnej formie grafitowej, którą zamyka się stalowym uchwycie mocowanym do wirującej tarczy stanowiska do odlewania z ciśnieniem odśrodkowym MOV500. Formę wirującą wprowadza się w ruch z prędkością obrotową korzystnie 4000 obr/min, następnie zalewa się stopionym ciekłym metalem w czasie 3 sekund. W wyniku działania ciśnienia zewnętrznego wywołanego działaniem siły odśrodkowej, następuje trwałe połączenie pomiędzy stopem osnowy i kompozytem ceramiczno-metalowym, stanowiącym lokalne zbrojenie w odlewie. W procesie wytwarza się odlew kompozytowy z lokalnym zbrojeniem ceramiczno-metalicznym o funkcjonalnej, przestrzennej strukturze wzajemnie przenikających się faz.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób wytwarzania kompozytowych odlewów ceramiczno-metalicznych, polegający na infiltracji ciśnieniowej preform ceramicznych ciekłym metalem **znamienny tym**, że proces infiltracji prowadzi się dwuetapowo, w pierwszym etapie porowatą kształtkę ceramiczną, taką jak: Al_2O_3, ZrO lub SiC, o porowatości otwartej od 50% do 90% i rozmiarze makroporów od 150 μm do 4000 μm umieszcza się w formie i wygrzewa się w temperaturze do 120°C, równocześnie w tyglu topi się stop aluminium lub magnezu pod ciśnieniem nie przekraczającym 5 kPa, w zakresie temperatury od 640°C do 720°C, po czym formę zanurza się pod lustro ciekłego metalu, pod ciśnieniem korzystnie 4 MPa stosując infiltrację ciśnieniowo-gazową, następnie przemieszcza się formę do górnej strefy pieca, studzi do temperatury 120°C, w drugim etapie stop aluminium lub magnezu umieszcza się w tyglu, topi się w temperaturze do 720°C, uprzednio wytworzony kompozyt umieszcza się w wirującej formie i wygrzewa do 350°C, następnie wprowadza się w ruch z prędkością obrotową korzystnie 4000 obr/min, po czym zalewa się ciekłym metalem, odlew studzi się.