



54 Sposób infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem

CZYTELNIA
OGÓLNA

43 Zgłoszenie ogłoszono:
04.05.1994 BUP 09/94

45 O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.11.1996 WUP 11/96

73 Uprawniony z patentu:
Instytut Odlewnictwa, Kraków, PL

72 Twórcy wynalazku:
Zbigniew Górny, Kraków, PL
Natalia Sobczak, Kraków, PL
Jerzy Sobczak, Kraków, PL
Krystyna Piech, Kraków, PL
Krzysztof Siwecki, Kraków, PL
Jacek Krokosz, Kraków, PL

57 Sposób infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem, zwłaszcza aluminium lub jego stopami polegający na zanurzeniu uprzednio przygotowanej porowatej preformy ceramicznej w ciekłym metalu i następnym prasowaniu ciekłego metalu tłokiem prasującym pod ciśnieniem, **znamienny tym**, że w czasie zanurzania w ciekłym metalu porowatej preformy ceramicznej (1) zamocowanej do powierzchni roboczej tłoka prasującego (2) formę do prasowania poddaje się działaniu zjawiskom fizyko-mechanicznym w postaci wibracji lub ruchom posuwisto-zwrotnym i rewersyjnym lub oddziaływaniu pola elektromagnetycznego i ultradźwiękom.

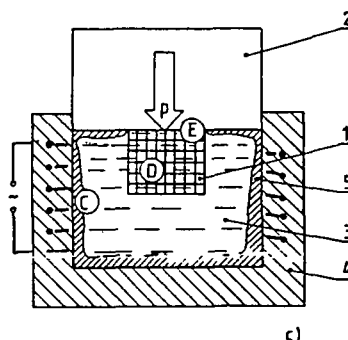


Fig 2

Sposób infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem

Zastrzeżenie patentowe

Sposób infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem, zwłaszcza aluminium lub jego stopami polegający na zanurzeniu uprzednio przygotowanej porowatej preformy ceramicznej w ciekłym metalu i następnym prasowaniu ciekłego metalu tłokiem prasującym pod ciśnieniem, **znamienny tym**, że w czasie zanurzania w ciekłym metalu porowatej preformy ceramicznej (1) zamocowanej do powierzchni roboczej tłoka prasującego (2) formę do prasowania poddaje się działaniu zjawiskom fizyko-mechanicznym w postaci wibracji lub ruchom posuwisto-zwrotnym i rewersyjnym lub oddziaływaniu pola elektromagnetycznego i ultradźwiękom.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem, zwłaszcza ciekłym aluminium i jego stopami.

Znane są sposoby infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem, między innymi z następujących publikacji: Chadwick G.A. Squeeze casting of metal matrix composites using short fibre preforms. *Materials Science and Engineering*, 1992, A135, p. 23-28, Chadwick G.A. Production, properties and applications of metal matrix composites. *Developments in the European Conference on Composite Materials -4*, Stuttgart 1990, p. 3-14, lub Cline T.W., Mason J.F. The squeeze infiltration process for fabrication of metal matrix composites. *Metallurgical Transactions*, 1987, vol. 18A, p. 1519-1530, Morikova M. Machasi Y. Saito N. "Sposób wykonywania odlewów z materiałów kompozytowych" - japoński opis patentowy nr 57-85662 i Lyakishev N.P. Kopiev I.M. *Metalmatrix composite materials. Proceeding of the Moscow International Composites Conference*, Elsevier Applied Science, London and New York, 1990, p. 24-37. Opisany tam sposób infiltracji ciśnieniowej, który przedstawiony jest schematycznie na fig. 1, polega na umieszczeniu odpowiednio przygotowanej, na przykład nagrzanej lub przykrytej warstwą technologiczną lub barierową, porowatej preformy ceramicznej 1 w matrycy 2 - wnęce dolnej części formy, zalaniu ciekłym metalem 3 i wywarciu ciśnienia P, za pomocą tłoka prasującego 4. Ciekły metal 3 wpływając do porów preformy poprzez jej zewnętrzną powierzchnię A tworzy front infiltracji B, przesuwający się pod wpływem ciśnienia wywieranego tłokiem prasującym 4 ku ściankom matrycy 2.

Znane sposoby infiltracji charakteryzują się tym, że nadmierny wzrost granicznej warstwy skrzepniętego metalu 5, tworzącej front krzepnięcia C powoduje, wskutek ruchu tłoka prasującego 4, przenoszenie rozdrobionych dendrytów stałego metalu w pobliże powierzchni preformy A, co w połączeniu z uszczelnieniem układu preforma 1 - matryca 2 skutecznie utrudnia ewakuację gazów z preformy i powoduje gwałtowny wzrost ciśnienia w trakcie infiltracji. W rezultacie w strukturze preformy po infiltracji ciśnieniowej występują nieciągłości strukturalne, które obniżają własności eksploatacyjne preformy.

Sposób infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem według wynalazku polega na tym, że porowatą preformę ceramiczną, uprzednio przygotowaną, korzystnie aktywowaną chemicznie lub termicznie, mocuje się do roboczej powierzchni tłoka prasującego, który opuszczany jest do matrycy z ciekłym metalem, a następnie ciekły metal jest prasowany w stanie ciekłym, przy czym w czasie zanurzania porowatej preformy ceramicznej w ciekłym metalu poddaje się formę do prasowania działaniu zjawiskom fizyko-mechanicznym w postaci wibracji lub ruchom posuwisto-zwrotnym i rewersyjnym lub oddziaływaniu pola

elektromagnetycznego i ultradźwiękom w celu całkowitego odgazowania preformy i uaktywnienia powierzchni. Przyczynia się to do lepszego nasączenia preformy ciekłym metalem.

Sposób infiltracji ciśnieniowej według wynalazku pozwala na elastyczne sterowanie parametrami procesu, zwłaszcza temperaturą preformy i rodzajem stosowanego zjawiska fizyko-mechanicznego na formę do prasowania, co umożliwia w maksymalnym stopniu odgazowanie preformy oraz osiągnięcie aktywacji ciśnieniowej, dzięki czemu następuje wzrost oddziaływania preformy nawet niezwilżalnej z ciekłym metalem w warunkach prasowania w stanie ciekłym. Uzyskuje się zwarty obszar metal-ceramika i wypełnienia nieciągłości strukturalnych na poziomie makro- i mikrostrukturalnym, co w konsekwencji prowadzi do otrzymania odlewów kompozytowych z preformami o wysokich własnościach użytkowych, przy czym w sposobie według wynalazku powierzchnia kontaktu tłoka prasującego z powierzchnią preformy nie prowadzi do uszczelnienia układu preforma-tłok.

Przykłady sposobu infiltracji ciśnieniowej porowatych preform ceramicznych ciekłym metalem według wynalazku. Schemat procesu przedstawiono na rysunku-fig. 2a÷c.

P r z y k ł a d I. Przeprowadzono infiltrację ciśnieniową niklowanej porowatej preformy ceramicznej 1 na bazie SiC, której nie podgrzewano wstępnie przed procesem infiltracji. Do matrycy 4 umieszczonej na stałe na stole prasy hydraulicznej wiano stop AlMg5-3 o temperaturze 880-900°C. Tłok prasujący 2 z umocowaną na nim preformą 1 połączony z górnym cylindrem prasy hydraulicznej opuszcza się ruchem posuwisto-zwrotnym z jednoczesnym zanurzeniem preformy 1 w ciekłym metalu 3 w takim czasie aby temperatura preformy 1 osiągnęła temperaturę 600-700°C. Po całkowitym zanurzeniu preformy ciekły metal prasowano pod ciśnieniem 200 MPa w ciągu 60 s. Dopływ ciekłego metalu do powierzchni preformy A poddawany jest stymulacyjnej roli oddziaływania ruchem posuwisto-zwrotnym i rewersyjnym, front wstępnej infiltracji B nie napotyka na swej drodze granicznej warstwy skrzepniętego metalu 5, front krzepnięcia C obejmuje preformę w końcowej fazie krzepnięcia pod ciśnieniem całego odlewu, zaś infiltracji ciśnieniowej D towarzyszy aktywacja sprzyjająca wzrostowi pożądanego fizyko-chemicznego oddziaływania wzajemnego preformy z ciekłym metalem, co prowadzi do pełnej infiltracji i otrzymania odlewów kompozytowych o wysokich własnościach użytkowych. Powierzchnia kontaktu E tłoka prasującego 2 z powierzchnią preformy 1 nie prowadzi do uszczelnienia układu preforma 1 - tłok prasujący 2 w trakcie podawania ciśnienia. Tak otrzymana niklowana preforma na bazie SiC ma następujące właściwości: twardość 100 HB, wytrzymałość na rozciąganie 150 MPa, odporność na zużycie 0,10 mm³ w porównaniu z 1,10 mm³ dla czystego Al i gęstość 2,76 g/cm³. Obserwacje mikroskopowe nie wykazały w strukturze obecności nieciągłości strukturalnych pochodzenia gazowo-skurczowego w obszarze metal-ceramika. Dodatkowym efektem korzystnym jest mocny stopień rozdrobnienia metalowej osnowy kompozytu.

P r z y k ł a d II. Prowadzono infiltrację ciśnieniową preformy porowatej 1 wykonanej z włókien krótkich na bazie Al₂O₃, podgrzanej wstępnie do temperatury 500°C. Do matrycy 4 umieszczonej na stole prasy hydraulicznej wiano stop AlMg1SiCu o temperaturze 720°C. Tłok prasujący 2 z preformą 1 poddano wibracji za pomocą silnika z niezbalansowanym wirnikiem, umieszczonym w górnej części tłoka prasującego, który przekazuje drgania preformie 1. Wibrującą preformę 1 zanurza się w ciekłym metalu 3, a po całkowitym zanurzeniu preformy ciekły metal prasuje się pod ciśnieniem 120 MPa w ciągu 45 s.

Otrzymany odlew kompozytowy charakteryzuje się następującymi właściwościami; po obróbce cieplnej typu utwardzania wydzieleniowego, twardość 150 HB, wytrzymałość na rozciąganie 360 MPa, odporność na zużycie 0,08 mm³ w porównaniu z 0,70 mm³ dla czystego stopu i gęstość 2,90 g/cm³. Struktura kompozytu nie wykazała nieciągłości strukturalnych a osnowa metalowa jest rozdrobniona w porównaniu do stanu grawitacyjnego.

P r z y k ł a d III. Infiltrację ciśnieniową preformy porowatej 1 wykonanej z pyłów odpadowych elektrowni węglowych o porowatości 85% i podgrzanej wstępnie do temperatury 200°C. Stop AlSi9Zn3Cu3Fe1MnMg-52K, 3 w matrycy 4 topi się w polu elektromagnetycznym do temperatury 750°C. Bezpośrednio przed infiltracją preformy 1 do ciekłego metalu 3 zanurza się głowicę ultradźwiękową, poddając ciekły metal działaniu ultradźwięków w czasie nie

krótszym niż 15 s. Po całkowitym zanurzeniu preformy ciekły metal prasowano pod ciśnieniem 1230 MPa w czasie 90 s. Po obróbce cieplnej typu utwardzania wydzieleniowego kompozyt ma twardość 130 HB, wytrzymałość na rozciąganie 250 MPa, odporność na zużycie 0,40 mm³ w porównaniu z 0,90 mm³ dla stopu 52K i gęstość 2,60 g/cm³. Struktura kompozytu jest zwarta bez nieciągłości strukturalnych a osnowa metalowa znacznie rozdrobniona w porównaniu do stanu grawitacyjnego metalu.

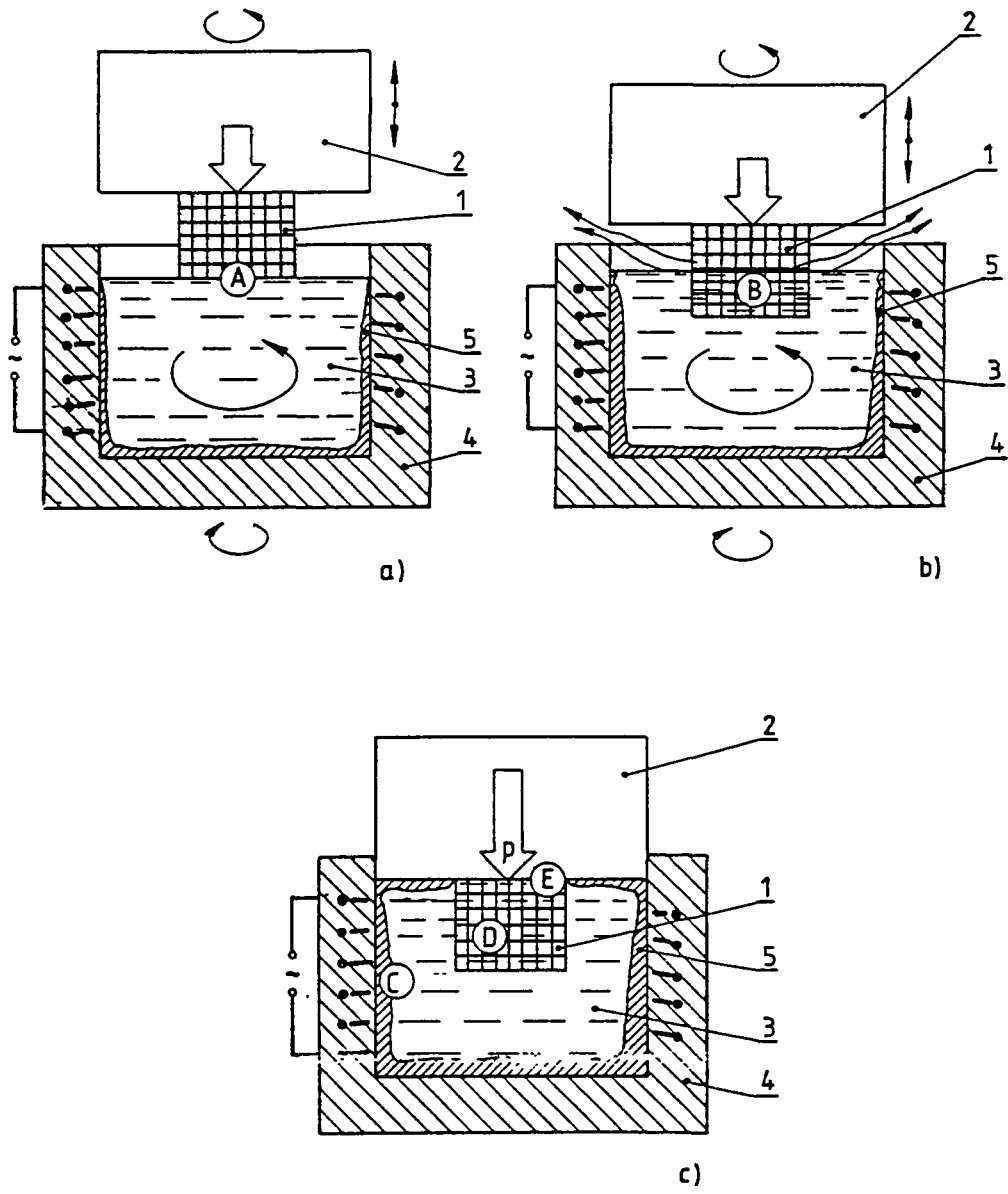


Fig. 2

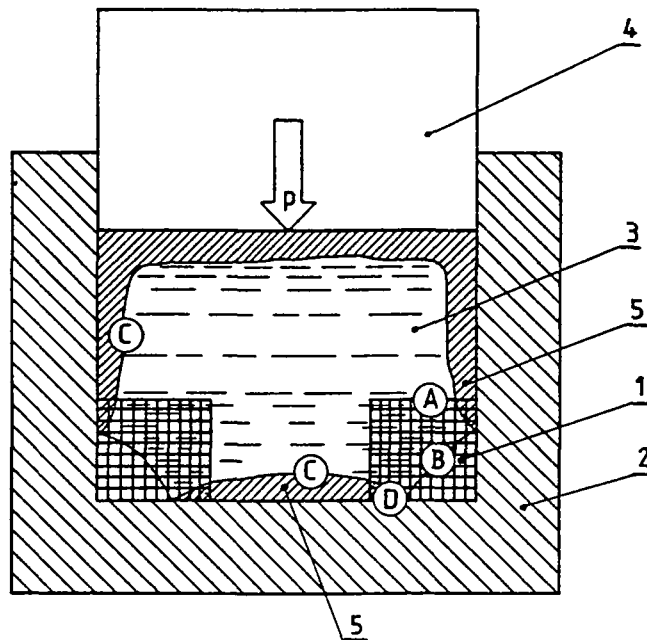


Fig.1