

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **221418**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **402789**

(51) Int.Cl.
B22D 27/02 (2006.01)
B22D 21/00 (2006.01)
C22F 3/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **15.02.2013**

(54) **Sposób wytwarzania odlewów kompozytowych o osnowie metalowej zbrojonych strefowo cząstkami przy wewnętrznej ścianie**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
18.08.2014 BUP 17/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.04.2016 WUP 04/16

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

(72) Twórca(y) wynalazku:
SŁAWOMIR GOLAK, Katowice, PL
ROMAN PRZYŁUCKI, Chorzów, PL
JERZY BARGLIK, Katowice, PL

(74) Pełnomocnik:
rzech. pat. Urszula Ziólkowska

PL 221418 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania odlewów kompozytowych o osnowie metalowej zbrojonych strefowo cząstkami przy wewnętrznej ścianie.

Kompozyty o osnowie metalowej, w których celowo uzyskuje się niejednorodny rozkład zbrojenia mają wiele potencjalnych zastosowań w przemyśle motoryzacyjnym, lotniczym czy maszynowym. Powodem jest możliwość sterowania w tych materiałach przestrzennym rozkładem właściwości, takich jak np. twardość czy przewodność cieplna. Materiały pozwalają na wytworzenie produktów lżejszych, trwalszych lub o lepszych cechach użytkowych.

Dotychczas opracowano wiele różnych metod wytwarzania tego rodzaju kompozytów. Jednakże przyjmuje się, że jedną z bardziej efektywnych i najtańszych jest metoda odlewnicza, w której wykorzystuje się różne siły fizyczne do wymuszenia migracji w ciekłej osnowie cząstek zbrojenia. Do najpopularniejszych należą metody wykorzystujące różnicę gęstości materiałów zbrojenia i osnowy, przede wszystkim: sedimentacja grawitacyjna i odlewanie środkowe (np. patent EP 1027197A). W przypadku, gdy cząstki zbrojenia mają większą gęstość od metalu osnowy kierunek ich przemieszczenia jest zgodny z kierunkiem działania siły grawitacji lub odśrodkowej. W przeciwnym przypadku cząstki są przemieszczane zgodnie z kierunkiem działania siły wyporu grawitacyjnego lub odśrodkowego. Ta druga sytuacja w przypadku najpowszechniej stosowanych kompozytów o osnowie z metali lekkich zbrojonych cząstkami występuje dość rzadko, na przykład przy stosowaniu jako zbrojenia cząstek z grafitu lub węgla szklanego. W przypadku popularnych rozwiązań technicznych, takich jak cylindry silników, sprężarek, wnętrza kanałów czy łożyska ślizgowe przydatna byłaby możliwość uzyskania zwiększonego stężenia zbrojenia przy wewnętrznej powierzchni, jednakże dla większości kombinacji materiału osnowy i zbrojenia nie jest możliwe uzyskanie tego efektu w oparciu o odlewanie odśrodkowe.

Xu zaproponował wykorzystanie w wytwarzaniu kompozytów gradientowych metodą odlewniczą wyporu elektromagnetycznego (Z. Xu, T. Li, and Y. Zhou, „An in situ surface composite produced by electromagnetic force,” *Mater. Res. Bull.*, vol. 35, pp. 2331–2336, 2000). Metoda ta polegała na wymuszeniu przepływu prądu stałego przez odlew w stanie ciekłym w obecności statycznego pola magnetycznego. W wyniku działania siły Lorenza (w kierunku ortogonalnym do kierunku przepływu prądu i kierunku indukcji) na ciekłą, metaliczną osnowę kompozytu powstawała działająca w przeciwnym kierunku na nieprzewodzące, ceramiczne cząstki siła wyporu elektromagnetycznego. Metoda ta, rozwijana w kolejnych pracach, zapewnia funkcjonalność analogiczną do funkcjonalności grawitacyjnej metody segregacji zbrojenia, wymagając w miejsce różnicy w gęstości zbrojenia i osnowy, różnicy w konduktywności tych materiałów.

Zaproponowany w zgłoszeniu P. 390252 sposób wytwarzania kompozytów gradientowy opiera się o ten sam mechanizm, ale wykorzystuje zmienne pole elektromagnetyczne wytwarzane przez owinięty wokół formy cylindryczny wzbudnik. Pozwoliło to na bezkontaktowe wymuszenie przepływu prądów wirowych w ciekłym metalu, których interakcja ze zmiennym polem magnetycznym wytwarzała siłę Lorenza ściskającą osnowę w kierunku osi odlewu, wywołując wypór elektromagnetyczny przemieszczający cząstki w kierunku zewnętrznej ściany. Metoda ta dostarcza funkcjonalność analogiczną do funkcjonalności metody odlewania odśrodkowego dla kompozytu, w którym zbrojenie ma większą gęstość od osnowy, czyli pozwala uzyskać zbrojenie przy zewnętrznej ścianie, w związku z tym nie rozwiązuje zagadnienia zbrojenia odlewu przy ścianie wewnętrznej (kanału wewnątrz odlewu).

Sposób według wynalazku polega na tym, że do wewnętrznego kanału nagrzanego do temperatury zalewania formy z materiału niemagnetycznego odtwarzającej kształt produktu lub pół produktu wprowadza się wewnętrzny, cylindryczny wzbudnik i zasila się go prądem przemiennym o częstotliwości dobranej w zależności od materiału i geometrii odlewu. Następnie wcześniej przygotowaną zawiesziną cząstek w ciekłym metalu lub stop zbrojony in-situ w wyniku reakcji pomiędzy jego składnikami wlewa się (grawitacyjnie, ciśnieniowo lub odśrodkowo) do formy i poddaje działaniu pola elektromagnetycznego. Zastosowanie wzbudnika wewnętrznego wprowadzonego do kanału formy powoduje wytworzenie pola sił elektromagnetycznych skierowanych na zewnątrz. Powstała w wyniku tego siła wyporu elektromagnetycznego przemieszcza cząstki w żądanym kierunku ku wewnętrznej ścianie odlewu. Następnie odcina się zasilanie wzbudnika i pozostawia formę do wystygnięcia. W celu ograniczenia efektu sedimentacji grawitacyjnej zbrojenia oraz zaniku jego segregacji w wyniku przepływu metalu można zwiększyć szybkość ochładzania formy i przyspieszyć zakrzepnięcie odlewu poprzez natryskiwanie z zewnątrz i/lub wewnątrz wodą, inną cieczą chłodzącą lub przez wymuszony przepływ powietrza. W przypadku zastosowania mniejszych cząstek zbrojenia zaburzenie pola powodujące

mieszanie metalu niweczające żądany efekt segregacji zbrojenia, może zostać wyprowadzone z obszaru odlewu poprzez zastosowanie przewodzących elementów formy o konduktywności zbliżonej do konduktywności zawiesiny kompozytowej w chwili jej wlewania do formy. Geometria tych elementów powinna dwustronnie przedłużać w sensie elektromagnetycznym ścianę i warstwę przyścienną zbrojonego kanału. Dodatkowo w przypadku małych rozmiarów cząstek zbrojenia, które trudniej ulegają segregacji, w miejsce standardowego, jednorodnego wzbudnika można zastosować wzbudnik niejednorodny o większych odstępach zwojów w jego środkowej części. Pozwala to zniwelować zjawisko większego natężenia pola elektromagnetycznego (a więc i wartości sił) w środkowej części odlewu, co powoduje niepożądane mieszanie ciekłego metalu. Rozmiary poszczególnych odstępów zwojów muszą zostać dobrane z uwzględnieniem geometrii odlewu, konduktywności zawiesiny lub stopu oraz częstotliwości zasilania wzbudnika.

P r z y k ł a d:

Sposób według wynalazku objaśniono na rysunku.

W celu wytworzenia w procesie odlewania tulei ze stopu aluminium AK12 o średnicy zewnętrznej 100 mm, wysokości 100 mm i grubości ścianki 8 mm zbrojonej cząstkami SiC o średnicy 50 μm przy ścianie wewnętrznej należy nagrzaną do temperatury 500°C formę gipsową **2** z wewnętrznym kanałem **4** nałożyć na wzbudnik **6** o średnicy zewnętrznej 60 mm i wysokości 300 mm wykonany z litego profilu o przekroju kwadratowym 6 x 6 mm. Forma wyposażona jest w dwa elementy **1** z miedzioniklu CuNi25 o konduktywności zbliżonej do konduktywności ciekłego stopu aluminium wydłużające w sensie elektromagnetycznym odlew. Wzbudnik zasila się prądem o natężeniu 1000 A i częstotliwości 1000 Hz. Następnie wcześniej przygotowaną zawiesinę kompozytową wlewa się do formy z układu wlewowego przez kanały **5** (odpowietrzenie formy jest realizowane przez kanały **7**) i poddaje działaniu pola przez 3 s. Po wyłączeniu zasilania wzbudnika odlew **3** pozostawia się do zastygnięcia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania odlewów kompozytowych o osnowie metalowej zbrojonych strefowo cząstkami przy wewnętrznej ścianie z wykorzystaniem zmiennego pola elektromagnetycznego, **znamienny tym**, że do wewnętrznego kanału nagrzaną do temperatury zalewania formy z materiału niemagnetycznego odwzorowującej kształt wyrobu lub półproduktu wprowadza się wewnętrzny, cylindryczny wzbudnik i zasila się go prądem przemiennym o częstotliwości dobranej w zależności od materiału i geometrii odlewu, a następnie wcześniej przygotowaną zawiesinę cząstek w ciekłym metalu lub stop zbrojony in-situ w wyniku reakcji pomiędzy jego składnikami wlewa się grawitacyjnie, ciśnieniowo lub odśrodkowo do formy i poddaje się działaniu zmiennego pola elektromagnetycznego wytworzonego przez wzbudnik do czasu uzyskania żadanego, zwiększonego stężenia zbrojenia przy ścianie wewnętrznej odlewu, po czym wyłącza się zasilanie wzbudnika i następuje wystudzenie odlewu i jego zakrzepnięcie.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że poprzez natryskiwanie z zewnątrz i/lub wewnątrz wodą, inną cieczą chłodzącą lub przez wymuszony przepływ powietrza, zwiększa się szybkość ochładzania formy i przyspiesza zakrzepnięcie odlewu w celu ograniczenia efektu sedymentacji grawitacyjnej zbrojenia oraz zaniku w wyniku przepływu metalu efektu segregacji zbrojenia.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w trakcie wykonania formy z materiału niemagnetycznego umieszcza się w niej elementy o konduktywności zbliżonej do konduktywności zawiesiny kompozytowej w chwili jej wlewania do formy i takiej geometrii, aby stanowiły dwustronnie przedłużenie w sensie elektromagnetycznym ściany i warstwy przyściennej zbrojonego kanału, przez co uzyskuje się zmniejszenie mieszania ciekłego metalu niweczającego efekt segregacji zbrojenia, zaburzenie pola powodujące to mieszanie, zostaje wyprowadzone z obszaru odlewu.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w trakcie nawijania wzbudnika na potrzeby procesu zmienia się odstęp między zwojami tak, że większe odstęp występują w środkowej jego części, gdzie poszczególne rozmiary odstępów zależą od geometrii odlewu, konduktywności zawiesiny lub stopu oraz częstotliwości zasilania wzbudnika, niweluje się zwiększone natężenie pola magnetycznego w środku długości wzbudnika powodujące mieszanie ciekłego metalu, uzyskuje się zmniejszenie tego mieszania niweczającego efekt segregacji zbrojenia.

Rysunek

