

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **215599**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **387577**

(51) Int.Cl.
B22D 11/115 (2006.01)
B22D 11/10 (2006.01)
B22D 11/04 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **23.03.2009**

(54) **Urządzenie do mieszania elektromagnetycznego metali ciekłych
w procesie odlewania ciągłego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
27.09.2010 BUP 20/10

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.12.2013 WUP 12/13

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

(72) Twórca(y) wynalazku:
JAN SZAJNAR, Ruda Śląska, PL
BOGUSŁAW GRZESIK, Gliwice, PL
MARIUSZ STĘPIEŃ, Gliwice, PL
TOMASZ WRÓBEL, Gliwice, PL
WOJCIECH SEBZDA, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Urszula Ziólkowska

PL 215599 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do mieszania elektromagnetycznego metali ciekłych w procesie odlewania ciągłego.

Mieszanie metali ciekłych jest szczególnie istotne w procesie ich krzepnięcia ze względu na parametry materiałowe uzyskanego materiału docelowego (np. stopu). Zapewnienie odpowiedniego ruchu metalu podczas jego krzepnięcia jest możliwe przez odpowiednie formowanie przestrzenne i jednocześnie czasowe pola sił oddziaływujących na płynny metal. Składowymi polami sił mogą być, między innymi, siły grawitacyjne, siły hydrodynamiczne oraz od siły wywołane przez pola elektromagnetyczne wnikaające do ciekłego metalu, generowane przez różne wzbudniki.

Odlewanie ciągłe metali i stopów bez mieszania ciekłego metalu daje po zakrzepnięciu jego strukturę niejednorodną, uwarstwioną o zróżnicowanych lokalnie parametrach. Ze względu na znaczne temperatury krzepnącego metalu jak i ze względu na szybkość krzepnięcia nie ma możliwości stosowania mieszadeł mechanicznych do mieszania płynnego metalu w krystalizatorze. Mieszadło elektromagnetyczne z odpowiednim sterowaniem natężenia prądu i jego częstotliwości pozwala na uzyskanie rozkładu temperatury płynnego metalu w krystalizatorze, rozkładu temperatury samego krystalizatora jak i rozkładu temperatury w zakrzepłej części odlewane go elementu.

Znane jest z opisu patentowego JP2003039141 (A), urządzenie do mieszania ciekłego metalu, przeznaczone do odlewania ciągłego wlewków o przekroju w kształcie prostokąta lub zbliżonym do prostokąta. Urządzenie jest zbudowane z krystalizatora i dwóch układów cewek. Płynny metal jest wlewany do krystalizatora poprzez rurę lejniczą. Jest ona zanurzona w płynnym metalu. Rura jest zamknięta od dołu mając w pobliżu tego zamknięcia w bocznej ścianie otwory. Płynny metal wlewany do rury lejniczej od góry wylewa się z niej przez otwory w bocznej ścianie dolnej części powodując ruch płynnego metalu w kierunku do bocznych ścian krystalizatora a następnie wzdłuż zakrzepłej części wlewków i dalej wzdłuż ścian krystalizatora aby popłynąć wzdłuż menisku i w końcu wzdłuż rury lejniczej w dół. Taki ruch płynnego metalu jest wspomagany przez dwa układy cewek będącymi mieszadłami elektromagnetycznymi ułożonymi po obu stronach dłuższych boków krystalizatora, co przy skoordynowanym ich sterowaniu daje intensywne mieszanie, wynikiem którego uzyskuje się wyższy stopień homogeniczności temperatury płynnego metalu i wyższą jakość produktu.

Urządzenie według wynalazku składające się z krystalizatora, w którym płynny metal krystalizuje do postaci stałej zawiera układ usytuowanych ortogonalnie względem siebie uzwojeń, uzwojenia wzdłużnego wytwarzającego pole wzdłużne oraz uzwojenia obwodowego wytwarzającego pole wirujące, przy czym każde z uzwojeń składa się z co najmniej trzech cewek i ma oddzielne trójfazowe źródło zasilania prądem o regulowanym natężeniu i częstotliwości.

W urządzeniu według wynalazku uzwojenie wzdłużne może być uzwojeniem wewnętrznym, zewnętrznym bądź przeplatany z uzwojeniem obwodowym, a uzwojenie przylegające do krystalizatora bezpośrednio całą lub częścią swojej powierzchni jest chłodzone.

W urządzeniu według wynalazku uzwojenia rozłożone przestrzennie obejmują swym polem określony obszar ciekłego metalu, poddawane go krzepnięciu w procesie odlewania ciągłego. Każde z uzwojeń składa się z odpowiedniej liczby cewek, rozłożonych przestrzennie tak, że przy zasilaniu prądem przemiennym, wytwarzają zmienne w czasie i przestrzeni pole elektromagnetyczne. Sterowanie natężeniem prądów w uzwojeniach i ich częstotliwościami pozwala na wytwarzanie w ciekłym metalu pola magnetycznego, cylindrycznego, wzdłużnego bądź spiralnego będącego superpozycją dwóch poprzednich pól. Sterowanie natężeniem oraz częstotliwością prądów, pozwala na uzyskanie żądanej wartości oraz kierunku wytwarzanej siły oddziaływującej na płynny metal.

Skutkiem korzystnym wynalazku jest możliwość kształtowania pola prędkości ciekłego metalu odpowiedniego do danego procesu technologicznego, co w rezultacie pozwala uzyskać najkorzystniejszą strukturę materiału odlewane go elementu.

Przedmiot wynalazku przedstawiono na przykładzie wykonania na rysunku, gdzie fig. 1 widok urządzenia, fig. 2 przekrój poprzeczny, fig. 3 uzwojenie wzdłużne wraz z podłączeniami, fig. 4 układ połączeń uzwojenia wzdłużnego, fig. 5 układ połączeń uzwojenia obwodowego, fig. 5 przykładowy kierunek siły wypadkowej.

Urządzenie do elektromagnetycznego mieszania metali ciekłych składa się z grafitowego krystalizatora 1, którego zewnętrzna część jest odpowiednio wzmocniona mechanicznie, uzwojenia wzdłużnego 2 kształtującego pole wzdłużne oraz uzwojenia obwodowego 3 kształtującego pole wirujące przy czym z jednej strony do krystalizatora 1 wpływa ciekły 4 metal a z drugiej jego strony wychodzi

zakrepley materiał 5. Krystalizator 1 wykonany jako rura o przekroju kołowym lub innym. Uzwojenie wzdłużne 2 jest uzwojeniem wewnętrznym a może być zewnętrznym, bądź też może być przeplatane z uzwojeniem obwodowym 3.

Uzwojenie wzdłużne 2, usytuowane jako wewnętrzne wykonane jest z rury o przekroju prostokątnym lub innym i ma kształt cylindryczny przylegając swoją wewnętrzną stroną do zewnętrznej powierzchni krystalizatora lub jego wzmocnienia, umożliwia sterowanie siłą Lorenza oddziaływującą na ciekły metal wzdłuż osi krystalizatora, powodując tym samym wzdłużny ruch ciekłego metalu. Uzwojenie to jest chłodzone cieczą.

Uzwojenie wzdłużne 2 składa się z sześciu lub większej liczby cewek 6, podłączonych do prądowego źródła zasilania prądu przemiennego 7, 8, 9, odrębnego lub tego samego, które zasila uzwojenie 3.

Uzwojenie obwodowe 3, usytuowane jako zewnętrzne, może być wykonane z drutu nawojowego bądź też z rury o przekroju prostokątnym lub innym. Ma kształt cylindryczny. Umożliwia sterowanie siłą Lorenza oddziaływującą na ciekły metal wzdłuż obwodu ciekłego metalu, powodując tym samym obwodowy ruch ciekłego metalu. Uzwojenie to może być chłodzone cieczą lub w inny sposób.

Uzwojenie obwodowe 3 składa się z trzech lub większej liczby cewek, podłączonych do prądowego źródła zasilania prądu przemiennego 7, 8, 9, odrębnego lub tego, które zasila uzwojenia 2.

Mieszanie ciekłego metalu odbywa się poprzez odpowiednie jednoczesne kształtowanie pola elektromagnetycznego przez obydwa uzwojenia. Odpowiednie zasilanie cewek prądem o odpowiednim natężeniu i częstotliwości pozwala na wytwarzanie pola prędkości ciekłego metalu wzdłużnego, wirującego bądź spiralnego, będącego superpozycją dwóch pierwszych pól.

Przykładową realizacją wynalazku może stanowić urządzenie przedstawione na Fig. 1 służące do mieszania elektromagnetycznego podczas ciągłego odlewania metalu. W urządzeniu tym uzwojenie wzdłużne ma 6 zwojów i wykonane jest z rury miedzianej o przekroju prostokątnym, a wewnątrz rury przepływa ciecz chłodząca. Uzwojenie obwodowe urządzenia wykonane jest z 12 zwojów wykonanych z drutu nawojowego o określonej liczbie zwojów. Uzwojenie obwodowe podłączone do odrębnego niż uzwojenie wzdłużne źródła prądu o regulowanej wartości i częstotliwości. Krystalizator w uzwojeniu będącym przykładem realizacji wynalazku wykonany jest z cylindrycznej rury grafitowej o przekroju zewnętrznym i wewnętrznym w kształcie kołowym. Opisane powyżej rozwiązanie pozwala na dowolne kształtowanie pola prędkości ciekłego metalu podczas odlewania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do mieszania elektromagnetycznego metali ciekłych w procesie odlewania ciągłego składające się z krystalizatora, w którym płynny metal krystalizuje do postaci stałej, **znamiennie tym**, że zawiera układ usytuowanych ortogonalnie względem siebie uzwojeń, uzwojenia wzdłużnego (2) wytwarzającego pole wzdłużne oraz uzwojenia obwodowego (3) wytwarzającego pole wirujące, przy czym każde z uzwojeń wzdłużnych (2) i uzwojeń obwodowych (3) składa się z co najmniej trzech cewek (6) i ma oddzielne trójfazowe źródło zasilania prądu (7), (8) oraz (9) o regulowanym natężeniu i częstotliwości.

2. Urządzenie do mieszania elektromagnetycznego według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że uzwojenie wzdłużne (2) jest uzwojeniem wewnętrznym, zewnętrznym bądź przeplatane z uzwojeniem obwodowym (3), a uzwojenie przylegające do krystalizatora bezpośrednio całą lub częścią swojej powierzchni jest chłodzone.

Rysunki

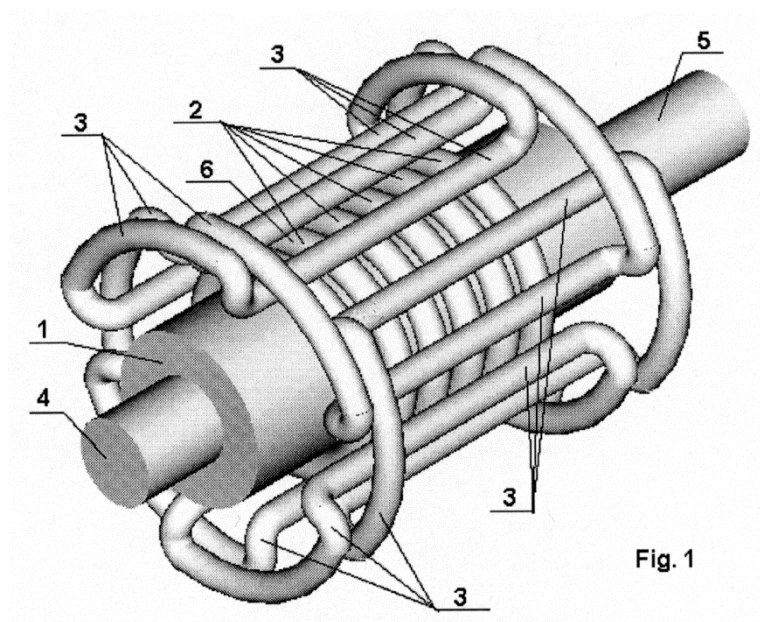


Fig. 1

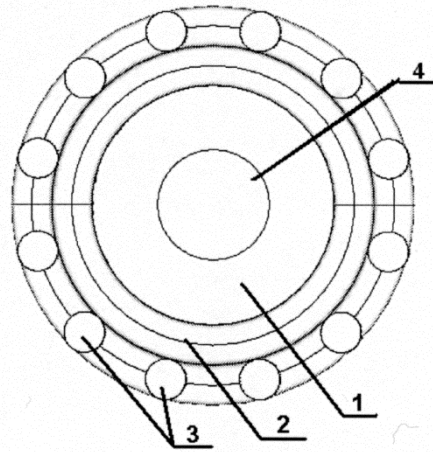


Fig. 2

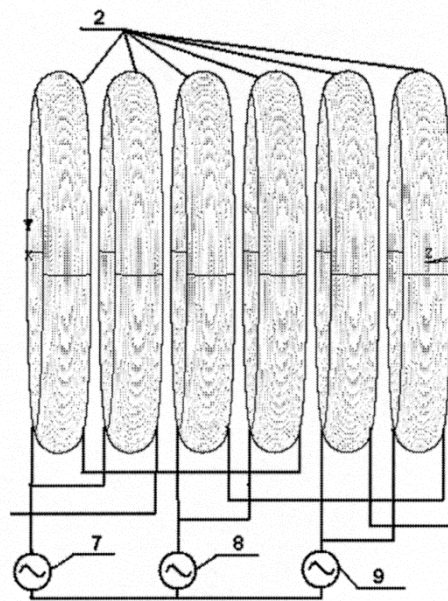


Fig. 3

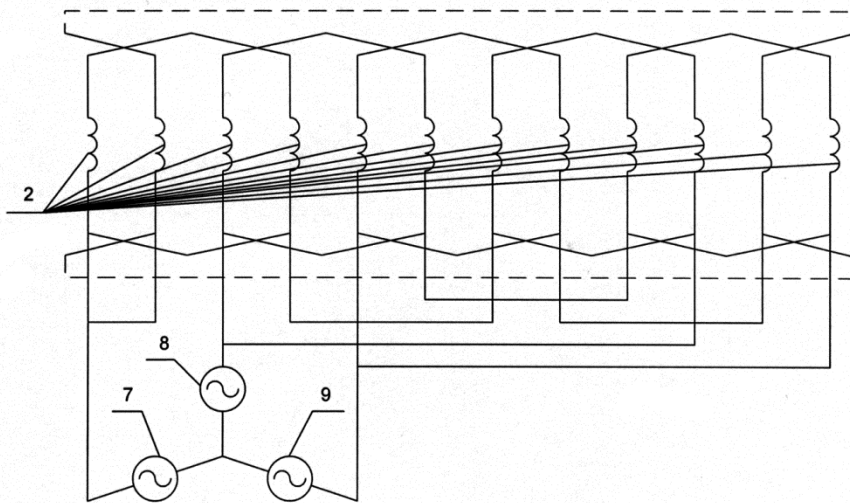


Fig. 4

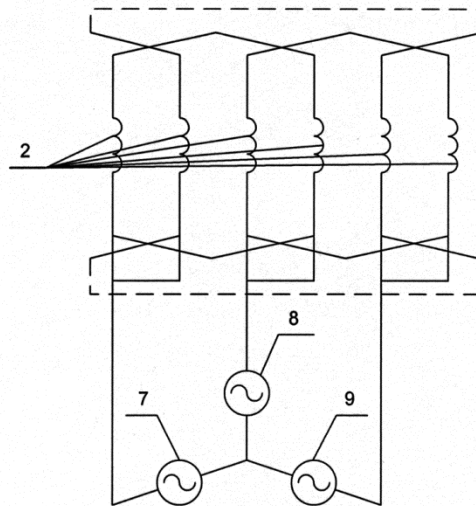


Fig. 5

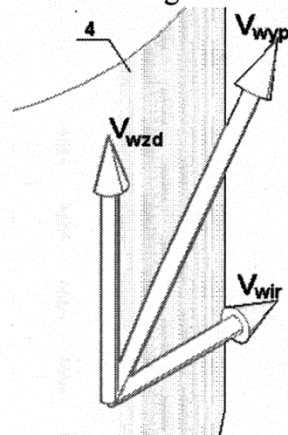


Fig. 6