

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **222687**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **405541**

(22) Data zgłoszenia: **04.10.2013**

(51) Int.Cl.
B22D 11/06 (2006.01)
C22C 29/00 (2006.01)
B21B 27/02 (2006.01)

(54) **Płaszcz walca – krystalizatora do ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
13.04.2015 BUP 08/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.08.2016 WUP 08/16

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ANDRZEJ MAMALA, Kraków, PL
TADEUSZ KNYCH, Kraków, PL
PAWEŁ KWAŚNIEWSKI, Kraków, PL
GRZEGORZ KIESIEWICZ, Kraków, PL
WOJCIECH ŚCIEŻOR, Kraków, PL
ARTUR KAWECKI, Kraków, PL
BEATA SMYRAK, Bulowice, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Górską

PL 222687 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest płaszcz walca – krystalizatora do ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów, który wykonany jest jako dwuwarstwowa tuleja o stałej na długości średnicy wewnętrznej, przy czym wewnętrzna warstwa płaszczka wykonana jest ze stali a zewnętrzna warstwa płaszczka wykonana jest z węgla krzemu.

Ciągłe odlewanie metali nieżelaznych i ich stopów metodą TRC (twin roll casting) polega na wprowadzaniu ciekłego metalu do obszaru ograniczonego przez powierzchnie cylindryczne dwóch obracających się w przeciwnych kierunkach walców spełniających rolę krystalizatorów. W praktyce najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest pionowe ułożenie krystalizatorów jeden nad drugim w taki sposób, że ich osie są do siebie równoległe i leżą w jednej płaszczyźnie pionowej nachylonej pod kątem prostym do kierunku ruchu skryształizowanego materiału. W obszarze styku odlewany metal – krystalizator ciepło przegrzania ciekłego metalu, ciepło krystalizacji oraz pewna część ciepła stygnięcia w stanie stałym przekazywana jest od odlewającego metalu poprzez krystalizator do medium chłodzącego. W celu poprawy odbioru ciepła od odlewającego metalu w walcach – krystalizatorach znajdują się wewnętrzne kanały, którymi przepływa medium chłodzące.

Znane są rozwiązania walców spełniających rolę krystalizatorów, w których walce te zbudowane są z połączonych mechanicznie dwóch części, tj. rdzenia i płaszczka zewnętrznego. Rozwiązanie takie opisano m.in. w opisie patentowym US 2.790.216. Na powierzchniach podziału rdzeni – krystalizator wykonuje się specjalne bruzdy tworzące wewnętrzne kanały, którymi przepływa medium chłodzące, przy czym bruzdy te wykonane mogą być materiałem rdzenia lub płaszczka krystalizatora. W opisie patentowym US 2,850,776 przedstawiono rozwiązanie, w którym bruzdy na kanały dla medium chłodzącego wykonane są w rdzeniu krystalizatora natomiast z opisu patentowego US 4,671,340 znane jest rozwiązanie walca krystalizatora, w którym bruzdy na kanały dla medium chłodzącego wydrążone są w wewnętrznej powierzchni płaszczka krystalizatora.

Rdzenie wykonywane są ze stali, a płaszcze wykonywane są ze stali lub ze stopów miedzi. Z opisów patentowych EP 2 069 549 i US 4,772,451 znane są rozwiązania płaszczy krystalizatorów wykonanych ze specjalnych gatunków stali. Z opisów patentowych US 6.619.375, US 7.178.578 oraz z publikacji „The use of copper by twin roll strip casters” znane są rozwiązania płaszczy krystalizatorów wykonanych z miedzi lub z jej stopów.

Powierzchnia robocza płaszczy krystalizatorów w celu poprawy parametrów użytkowych może być pokrywana powłokami metalowymi w celu zmniejszenia skłonności do przyklejania się krzepnącego metalu do płaszczka krystalizatora. Z opisu patentowego US 6.619.375 znane jest rozwiązanie płaszczka krystalizatora, w którym powierzchnia robocza pokryta jest cienką warstwą metali. Alternatywnym sposobem zmniejszenia skłonności do przyklejania się krzepnącego metalu do płaszczka krystalizatora jest smarowanie powierzchni płaszczka. Rozwiązanie takie znane jest m.in. z publikacji „Development of the twin-roll casting process”.

Szczelina ograniczona powierzchniami cylindrycznymi walców krystalizatorów, do której wprowadza się ciekły metal jest zmienna na długości. Przy odpowiednio dobranych warunkach wymiany ciepła pomiędzy odlewającym materiałem a medium chłodzącym krystalizacja zachodzi w materiale zanim osiągnie on płaszczyznę, w której znajdują się osie walców. W takim przypadku po procesie krystalizacji dochodzi do trwałej redukcji grubości skryształizowanego materiału poprzez jego zginięcie krystalizatorami i metoda TRC stanowi połączenie procesu ciągłego odlewania materiału i jego przeróbki plastycznej na gorąco realizowanej poprzez ciągłe walcowanie na gorąco.

Znane są różne rozwiązania walców do walcowania metali na gorąco. Standardowe walce wykonuje się ze stali lub z żeliwa. Syntetyczny przegląd rodzajów stali i żeliw wykorzystywanych do wytwarzania walców znaleźć można m.in. w publikacji „A basic understanding of the mechanics of rolling mill rolls”. Nowoczesne walce do walcowania na gorąco wytwarza się z udziałem materiałów ceramicznych. Do budowy walców do gorącego walcowania metali i ich stopów wykorzystywane mogą być spieki węglików metali lub niemetali. Z opisu patentowego US 4.839.949 znane jest rozwiązanie walca roboczego do walcowania metali wykonanego np. z Si₃N₄, Al₂O₃. Rozwiązania tego typu wykorzystywane są w walcarkach do walcowania na gorąco metalowych wyrobów płaskich i profilowych i nie są stosowane w urządzeniach TRC.

Wybór rodzaju, składu chemicznego oraz stanu materiału płaszczka limitowany jest przez warunki jego eksploatacji tj. cyklicznie zmienną temperaturę w zakresie do temperatury przegrzania ciekłego metalu to temperatury nieznacznie wyższej niż temperatura otoczenia oraz obciążenia mechaniczne

wynikające z działania nacisku jednostkowego zgniatanego materiału w stanie stałym. Podstawową funkcją płaszcz walca – krystalizatora w metodzie TRC jest efektywny odbiór ciepła od krzepnącego materiału i transport tego ciepła do medium chłodzącego przepływającego przez kanały krystalizatora. Celem wynalazku jest zapewnienie wysokiej efektywności wymiany ciepła między krzepnącym metalem a medium chłodzącym.

W rozwiązaniu według wynalazku cel ten osiągnięto w ten sposób, że płaszcz walca – krystalizatora wykonany jest jako dwuwarstwowa tuleja, której zewnętrzna warstwa wykonana jest z węgliku krzemu, natomiast wewnętrzna warstwa wykonana jest ze stali. Strumień ciepła przepływający między krzepnącym materiałem a medium chłodzącym jest limitowany przez opór cieplny krystalizatora. Opór cieplny płaszcz walca – krystalizatora według wynalazku, traktowanego jako przegroda niejednorodna zależy od konstrukcji płaszcz i zastosowanych materiałów i jest sumą ilorazów grubości i przewodności cieplnej zastosowanych warstw. Korzystnym jest, aby płaszcz posiadał niski opór cieplny. W rozwiązaniu według wynalazku efekt taki osiągnięto poprzez zastosowanie zewnętrznej części tulei z węgliku krzemu, który ma przewodność cieplną istotnie wyższą niż stale.

Płaszcz walca – krystalizatora stanowi jedyną barierę pomiędzy ciekłym metalem a medium chłodzącym. Z tego powodu musi zapewniać szczelność w każdych warunkach. Ponieważ na skutek cykli narażeń cieplnych na powierzchni roboczej krystalizatora mogą pojawiać się mikropęknięcia w rozwiązaniu według wynalazku w płaszczu tuleja wewnętrzna wykonana jest ze stali, która wykazuje zdolność do odkształceń plastycznych w przeciwieństwie do zewnętrznej tulei wykonanej z węgliku krzemu, który jest materiałem kruchym. W rozwiązaniu według wynalazku ewentualne pęknięcia powierzchniowe powstające podczas eksploatacji krystalizatora nie będą propagować przez warstwę stalową. Warstwa stalowa nie pęknie, ale zdeformuje się plastycznie w tym mikroobszarze.

Ponadto od płaszcz walca – krystalizatora oczekuje się, aby posiadał stabilne wymiary geometryczne, wysoką twardość i odporność na ścieranie. Efekt taki w rozwiązaniu według wynalazku uzyskano poprzez wykorzystanie węgliku krzemu, który posiada niższy współczynnik rozszerzalności cieplnej, wyższą twardość i odporność na ścieranie niż stal lub materiały na bazie miedzi stosowane dotychczas na płaszcz walców – krystalizatorów.

Zaletą płaszcz walca – krystalizatora według wynalazku jest wysoka powtarzalność sztywności mechanicznej w różnych obszarach roboczych skutkująca równomiernymi odkształceniami sprężystymi płaszcz na szerokości. Sztywność ta zależy od kształtu i rodzaju materiałów wykorzystywanych do budowy tulei. Efekt wysokiej powtarzalności sztywności mechanicznej w różnych obszarach roboczych w rozwiązaniu według wynalazku uzyskano poprzez zapewnienie stałej grubości stalowej warstwy wewnętrznej tulei oraz stałej średnicy wewnętrznej na całej długości tulei, oznacza. Grubość wewnętrznej warstwy stalowej na całej długości płaszcz, a także wewnętrzna średnica płaszcz, są niezmiennie. Tym samym bruzdy tworzące kanały dla medium chłodzącego w rozwiązaniu według wynalazku powinny zostać wykonane w rdzeniu krystalizatora.

Rozwiązanie według wynalazku zostanie bliżej objaśnione na podstawie przykładu realizacji objaśnionego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia ogólną ideę płaszcz walca – krystalizatora, fig. 2 przedstawia przekrój poprzeczny płaszcz walca – krystalizatora w płaszczyźnie prostopadłej do osi symetrii krystalizatora, a fig. 3 przedstawia przekrój wzdłużny płaszcz walca – krystalizatora w płaszczyźnie równoległej i przechodzącej przez oś symetrii krystalizatora.

Zgodnie z wersją wynalazku, której przykład realizacji ukazano na fig. 1 – fig. 3 płaszcz walca – krystalizatora ma postać dwuwarstwowej tulei (1) o warstwie zewnętrznej (2) wykonanej z węgliku krzemu oraz warstwie wewnętrznej (3) wykonanej ze stali. We wnętrzu płaszcz walca – krystalizatora znajduje się pusta przestrzeń (4), w której umieszcza się stalowy rdzeń krystalizatora z wydrążonymi kanałami dla medium chłodzącego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Płaszcz walca – krystalizatora do ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów, **znamienny tym**, że wykonany jest jako dwuwarstwowa tuleja (1), której zewnętrzna warstwa (2) wykonana jest z węgliku krzemu a wewnętrzna warstwa (3) wykonana jest ze stali.

2. Płaszcz walca – krystalizatora według zastrz. 1, **znamienny tym**, że grubość wewnętrznej warstwy stalowej (3) jest niezmienna na długości tulei (1).

3. Płaszcz walca – krystalizatora według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że wewnętrzna średnica tulei (1) jest niezmienna na swojej długości.

Rysunki

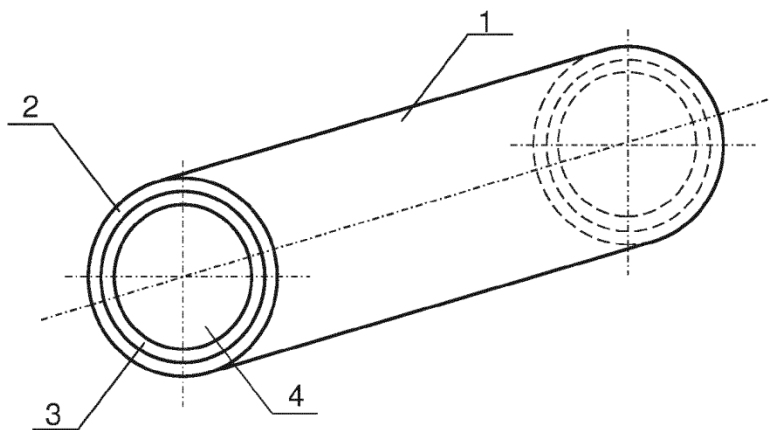


Fig. 1

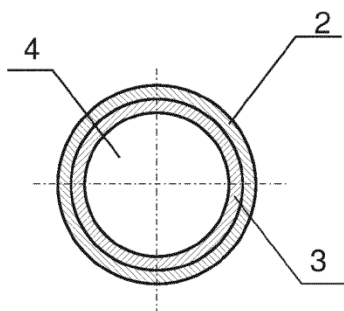


Fig. 2

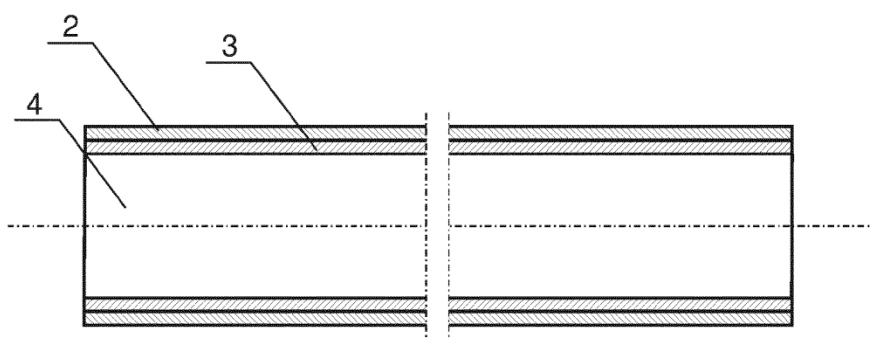


Fig. 3