

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **222751**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **405866**

(51) Int.Cl.
B22D 11/06 (2006.01)
B22D 11/10 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **31.10.2013**

(54) **Układ zalewowy do linii ciągnego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
11.05.2015 BUP 10/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.09.2016 WUP 09/16

(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, Bułowice, PL
ELIZA SIEJA-SMAGA, Dobra, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Górską

PL 222751 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ zalewowy do linii ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów pomiędzy obracające się cylindryczne walce-krystalizatory (metoda TRC).

W znanym, m.in. z opisu patentowego US 4,054,173, i powszechnie stosowanym procesie ciągłego odlewania taśm z metali nieżelaznych i ich stopów metodą TRC (Twin Roll Casting) ciekły metal o ustalonym składzie chemicznym i temperaturze z odpowiedniego pieca odlewniczego podawany jest w obszar krystalizacji poprzez specjalny układ zalewowy. Obszar krystalizacji jest utworzony przez przestrzeń pomiędzy dwoma walcami-krystalizatorami, które obracają się wokół własnych osi w kierunkach przeciwnych względem siebie. Ich osie symetrii są względem siebie równoległe, przy czym powierzchnie cylindryczne walców-krystalizatorów nie stykają się ze sobą. Walce-krystalizatory posiadają specjalnie wydrążone wewnątrz kanały, którymi przepływa medium chłodzące. Wskutek wymiany ciepła pomiędzy odlewającym metalem a medium chłodzącym poprzez materiał krystalizatora dochodzi do zmiany stanu skupienia metalu z ciekłego na stały. W idealnie prowadzonym procesie ciągłego odlewania czystych metali nieżelaznych i ich stopów metodą TRC kształt śladu powierzchni międzyfazowej ciec-ciało stale obserwowany w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny łączącej osie symetrii walców-krystalizatorów przypomina poziomo ułożoną literę „V”. Przy odpowiednim doborze wymiarów geometrycznych walców-krystalizatorów oraz układu zalewowego i ich właściwym ustawieniu względem siebie i dodatkowo przy doborze właściwych parametrów technologicznych proces krzepnięcia materiału zostaje zakończony zanim materiał znajdzie się w płaszczyźnie utworzonej przez osie walców-krystalizatorów. Oznacza to, że obserwowany w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny łączącej osie symetrii walców-krystalizatorów ślad powierzchni międzyfazowej przypominający poziomo ułożoną literę „V” nie styka się ze śladem odpowiadającym linii prostej łączącej osie symetrii krystalizatorów obserwowanym w tej samej płaszczyźnie. W takiej sytuacji wobec zmiennej wysokości przestrzeni między krystalizatorami dochodzi do zgniatania materiału w stanie stałym w sposób przypominający walcowanie na gorąco. Wielkość odkształcenia zadanego w takim procesie zależy od długości odcinka reprezentującego najkrótszą odległość między śladem powierzchni międzyfazowej i linią prostą łączącą osie walców-krystalizatorów, średnicy cylindrycznej części walca-krystalizatora oraz odległości grubości pasma metalu w stanie stałym po wyjściu walców.

Układ zalewowy doprowadzający ciekły metal z pieca odlewniczego do obszaru krystalizacji wykonywany jest na ogół z wykorzystaniem dwóch elementów, tj. zbiornika-zasobnika z kontrolą przepływu ciekłego metalu oraz dyszy, którą ciekły metal jest podawany wprost w przestrzeń między walcami-krystalizatorami. Podstawowym zadaniem zbiornika-zasobnika jest zapewnienie właściwego transportu metalu oraz stałego ciśnienia metalostatycznego, natomiast głównym zadaniem dyszy jest właściwa dystrybucja ciekłego metalu na szerokości odlewanej pasma.

Z opisu patentowego nr US 4,153,101 znane jest rozwiązanie układu zalewowego składające się ze zbiornika-zasobnika na ciekły metal wraz z regulatorem przepływu tego metalu oraz płaskiej dyszy doprowadzającej ciekły metal do krystalizatorów. W pionowej ścianie zbiornika-zasobnika w okolicach dna wycięty jest specjalny poziomo ułożony prostokątny otwór zabudowany od zewnątrz dyszą doprowadzającą ciekły metal do krystalizatora. Dysza zbudowana jest z płyty górnej i płyty dolnej oraz dwóch bocznych bloczków zaporowych, tworzących rodzaj tulei z prostokątnym otworem wewnętrznym, którym przepływa ciekły metal. Płyta górna i dolna wykonane są z równoległego połączenia mniejszych segmentów. Na końcowym odcinku górna i dolna płyta dyszy posiadają zmienną grubość dopasowaną do promieni krzywizny walcowych krystalizatorów. Wewnątrz dyszy pomiędzy płytą górną i dolną umieszczone są dystanse gwarantujące utrzymanie stałej wysokości szczeliny między rozpatrywanymi płytami. Ponadto w tym rozwiązaniu boczne bloczki zaporowe mają specjalne mechanizmy regulujące ich położenie. Wprowadzenie specjalnego sposobu regulacji położenia bocznych bloczków zaporowych pozwala wyeliminować wady i pęknięcia na krawędziach odlewanej taśmy.

Z kolei w opisie patentowym US 4,303,181 przedstawiono rozwiązanie dyszy układu zalewowego wykonanej z materiałów ognioodpornych o powierzchniach zabezpieczonych folią metalową i powłoką z materiału szklistego. Dysza zbudowana jest z lustrzanych płyt górnej i dolnej oraz bocznych bloczków zaporowych tworzących tuleję z wewnętrznym kanałem o przekroju prostokątnym, którym ciekły metal przepływa do krystalizatorów. Górna i dolna płyta wykonane są z mniejszych segmentów połączonych równoległe. Płaszczyzny wewnętrzne górnej i dolnej płyty są zbieżne do siebie, co skutkuje zmniejszaniem się wysokości kanału wypływu ciekłego metalu w miarę przybliżania się do strefy krzepnięcia. W efekcie prędkość przepływu ciekłego metalu przez dysze wzrasta wraz ze zbliżaniem

się do obszaru krzepnięcia. Powierzchnie zewnętrzne górnej i dolnej płyty są również zbieżne w celu dopasowania tych powierzchni do krzywizny walcowych krystalizatorów. Pomiędzy górną i dolną płytą umieszczone są dystanse determinujące początkową wysokość kanału wewnętrznego i rozdzielające lokalnie główną strugę ciekłego metalu na kilka mniejszych cząstkowych strug ciekłego metalu. Dystanse te mogą posiadać kształt prostopadłościanu lub alternatywnie inne, bardziej opływowe kształty. Technologia wytwarzania segmentów płyty dolnej i górnej umożliwia uzyskanie różnego stopnia zagęszczenia materiału ognioodpornego w różnych częściach segmentu, co pozwala sterować zarówno wytrzymałością mechaniczną elementu, jak i jego przewodnością cieplną. Rozwiązanie umożliwia podwyższenie wytrzymałości mechanicznej dyszy i nie jest niebezpieczne dla zdrowia z uwagi na brak włókien azbestu.

Z opisu patentowego US 4,550,766 znane jest rozwiązanie układu zalewowego składającego się ze zbiornika-zasobnika na ciekły metal wraz z regulatorem przepływu metalu oraz z dyszy doprowadzającej ciekły metal do walców-krystalizatorów. W rozwiązaniu tym zbiornik-zasobnik ma specjalną pionową przegrodę (nie sięgającą dna zbiornika) wyposażoną w serię otworów umożliwiającą bardziej równomierny przepływ ciekłego metalu ze zbiornika do dyszy na całej szerokości. Dysza zamocowana jest do zbiornika wokół poziomego otworu i zbudowana jest z płyty górnej i dolnej rozdzielonych specjalnymi dystansami o kształcie łezkowym, które rozdzielają główną strugę ciekłego metalu na mniejsze cząstkowe strugi. W rozwiązaniu tym specjalnie zaprojektowano kształt i rozkład dystansów o odpowiednio opływowym kształcie ułatwiającym podział strugi głównej i równomierną prędkość wypływu w poszczególnych strugach cząstkowych na szerokości dyszy. Płaszczyzny wewnętrzne płyty górnej i dolnej są do siebie równoległe. Boczne bloczki zaporowe zamocowane są do płyty górnej i dolnej pod kątem i w taki sposób, że wewnętrzny kanał na ciekły metal ma zmniejszającą się szerokość. W efekcie ciekły metal przepływając przez dyszę zwiększa swoją prędkość w miarę zbliżania się do obszaru krzepnięcia. Rozwiązanie umożliwia uzyskanie bardziej równomiernego i laminarnego przepływu ciekłego metalu, co pozwala zwiększyć wydajność procesu ciągłego odlewania.

W opisie patentowym US 4,716,956 zaprezentowano rozwiązanie układu zalewowego, który składa się ze zbiornika-zasobnika oraz odpowiednio połączonej z nim dyszy. Dysza zbudowana jest z płyty górnej i dolnej, pomiędzy którymi znajdują się boczne bloczki zaporowe oraz zestaw wkładek, które można przesuwac w przód lub w tył dyszy. Wkładki te spełniają równocześnie role dystansów determinujących odległość między górną i dolną płytą. W efekcie poprzez zastosowanie odpowiednich wkładek można regulować wysokość kanału wewnętrznego dyszy, którym ciekły metal wpływa do krystalizatorów. Poprzez dobór ilości i rodzaju wkładek można również regulować szerokość kanału wewnętrznego dyszy. Rozwiązanie umożliwia zmianę wymiarów geometrycznych odlewanej taśmy bez potrzeby zatrzymywania procesu ciągłego odlewania.

Z opisu patentowego US 6,220,336 znane jest rozwiązanie układu zalewowego, w którym zbiornik-zasobnik podzielony jest na dwie komory. Do pierwszej większej komory podawany jest ciekły metal poprzez odpowiedni regulator przepływu, który przepływa poprzez specjalny otwór w bocznej ścianie do drugiej mniejszej komory. W drugiej komorze ciekły metal przepływa przez specjalne sito wykonane, jako płyta z otworami, która rozprasza strugę główną i czyni przepływ bardziej laminarnym. Przez kolejny otwór łączący drugą komorę zbiornika-zasobnika i dyszę ciekły metal przepływa do dyszy. Dysza wykonana jest z płyty górnej i dolnej oraz z bocznych bloczków zaporowych, przy czym w okolicach napływu ciekłego metalu do krystalizatorów zewnętrzna powierzchnia płyt dopasowana jest do krzywizny krystalizatora, natomiast przekrój poprzeczny dyszy ulega na pewnym odcinku zmniejszeniu. Opisane rozwiązanie pozwala wyeliminować stosowanie wkładek dystansowych wewnątrz dyszy układu zalewowego.

Opis patentowy US 6,363,999 ilustruje rozwiązanie dyszy podającej ciekły metal w obszar krystalizacji ze zbiornika-zasobnika, która to dysza składa się z płyty górnej i dolnej oraz bocznych bloczków zaporowych, przy czym boczne bloczki zaporowe mogą przemieszczać się wewnątrz szczeliny utworzonej przez płyty górną i dolną, co umożliwia zmianę szerokości pasma bez konieczności zatrzymywania procesu ciągłego odlewania. W rozwiązaniu tym ruch bocznych bloczków zaporowych wyklucza możliwość stosowania wkładek dystansowych pomiędzy górną i dolną płytą.

Stosowane obecnie konwencjonalne układy zalewowe cechują się turbulentnym przepływem ciekłego metalu zarówno przez zbiornik-zasobnik, jak i przez dyszę. Ponadto ciekły metal przemieszcza się ze zróżnicowaną prędkością na szerokości dyszy, co w powiązaniu z procesem wymiany ciepła z otoczeniem poprzez płytę górną i dolną dyszy prowadzi do zróżnicowania temperatury strugi ciekłego metalu na szerokości dyszy. Zróżnicowanie temperatury strugi ciekłego metalu jest dodatko-

wo potęgowane poprzez uprzywilejowany przepływ metalu ze zbiornika-zasobnika do dyszy w okolicach środka szerokości dyszy. W konsekwencji do obszaru krystalizacji trafia ciekły metal o zróżnicowanej temperaturze w różnych obszarach na szerokości strugi. To z kolei skutkuje zmienną odległością położenia granicy międzyfazowej ciecz – ciało stałe w stosunku do płaszczyzny łączącej osie symetrii walców-krystalizatorów na szerokości odlewanego pasma i tym samym zróżnicowaniem wielkości odkształcenia zadanego w stanie stałym różnym obszarom pasma.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego układu zalewowego do ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów zapewniającego możliwie niezmienną prędkość wypływu ciekłego metalu z dyszy do obszaru krystalizacji oraz równocześnie zapewniającego możliwie równomierną temperaturę ciekłego metalu wypływającego z dyszy do obszaru krystalizacji na szerokości dyszy.

W rozwiązaniu według wynalazku efekt ten osiągnięto w ten sposób, że główną strugę ciekłego metalu wpływającą z pieca odlewniczego do układu zalewowego, tj. do zbiornika-zasobnika rozdzielono w zbiorniku-zasobniku na dwie równorzędne strugi, a dwie równorzędne strugi ciekłego metalu wpływające ze zbiornika-zasobnika do dyszy podzielono w dyszy na cztery równorzędne strugi tworząc dla nich kanały o stałych przekrojach poprzecznych, co gwarantuje zachowanie możliwie niezmiennych prędkości przepływu ciekłego metalu na długości dyszy oraz wyrównanie prędkości pomiędzy poszczególnymi strugami. Stały przekrój poprzeczny kanałów dla strug ciekłego metalu w dyszy zapewniono dzięki trójstrefowej budowie dyszy w taki sposób, że w pierwszej i w trzeciej strefie dyszy wysokość i szerokość czterech kanałów dla ciekłego metalu jest stała, podczas gdy w drugiej strefie dyszy wysokość kanałów maleje liniowo na długości strefy drugiej, a równocześnie szerokość kanałów wzrasta liniowo na długości strefy drugiej. Równocześnie w rozwiązaniu według wynalazku w strefie trzeciej dyszy umieszczono co najmniej osiem zestawów, na które składają się panele grzewcze i chłodzące, przy czym na każdą z czterech równorzędnych strug ciekłego metalu przypadają po dwa zestawy: jeden umieszczony na płycie górnej i jeden umieszczony na płycie dolnej dyszy układu zalewowego. Panele grzewcze i chłodzące poprzez odpowiednie układy sterujące zwiększają lub zmniejszają swoją temperaturę, co dzięki wymianie ciepła stos – ciekły metal pozwala na wyrównanie temperatur w poszczególnych równorzędnych strugach ciekłego metalu przed jego wpływaniem do obszaru krystalizacji.

Istotą rozwiązania według wynalazku jest to, że układ zalewowy do linii ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów między obracające się walce-krystalizatory zawiera panele grzewcze i panele chłodzące zamocowane do płyty górnej dyszy i do płyty dolnej dyszy.

Korzystnie zbiornik-zasobnik zaopatrzone jest w dwa kanały o równych przekrojach poprzecznych.

Korzystnie dysza zaopatrzone jest w cztery kanały utworzone przez wewnętrzne ścianki górnej płyty dyszy i dolnej płyty dyszy, wewnętrzne ścianki bocznych bloczków zaporowych oraz poprzez boczne ścianki wewnętrznych wielokątnych wkładek dystansowych bocznych, boczne ścianki wielokątnej środkowej wkładki dystansowej oraz poprzez boczne ścianki wewnętrznych wkładek dystansowych stanowiących przedłużenie wkładek wielokątnych.

Korzystnie dysza posiada trzy hipotetyczne strefy, przy czym w strefie pierwszej najbliższej zbiornikowi-zasobnikowi szerokość dyszy ulega zwiększeniu, a w strefie drugiej (środkowej) szerokość dyszy jest stała a ściany wewnętrzne płyty górnej i dolnej są zbieżne, natomiast w strefie trzeciej zarówno wysokość, jak i szerokość dyszy jest stała.

Korzystnie przekrój poprzeczny poszczególnych kanałów dyszy jest równy, a kąty rozwarcia wielokątnych wkładek dystansowych oraz kąty nachylenia płyty górnej i dolnej zapewniają stały i niezmienny na długości przekrój poprzeczny kanałów, przy czym w strefie pierwszej i trzeciej dyszy wysokość i szerokość poszczególnych kanałów jest stała na długości dyszy w danej strefie, a w strefie drugiej wysokość kanałów zmniejsza się, a ich szerokość zwiększa się w miarę oddalania się od zbiornika-zasobnika.

Korzystnie sumaryczny przekrój poprzeczny czterech kanałów dyszy jest równy sumarycznemu przekrojowi poprzeczemu dwóch kanałów w zbiorniku-zasobniku.

Korzystnie w strefie drugiej do dyszy, za pomocą sprężyn, dociskanych jest co najmniej osiem zestawów zawierających jeden panel grzewczy oraz jeden panel chłodzący, przy czym każdy z paneli grzewczych styka się bezpośrednio z dyszą, a każdy z paneli chłodzących styka się bezpośrednio z odpowiednim panelem grzewczym oraz z odpowiednią sprężyną.

Układ zalewowy według zastrz. 1, znamieny tym, że dysza w strefie drugiej wykonana jest z grafitu prasowanego.

Korzystnie panele grzewcze wykonane są z drutu oporowego umieszczonego między izolacyjnymi płytami zewnętrznymi.

Korzystnie płyty izolacyjne zewnętrzne i wewnętrzne panelu grzewczego wykonane są z mikanitu.

Korzystnie panele chłodzące mają kształt prostopadłościennego korpusu, w którym wydrążone są dwa kolektory połączone równolegle za pomocą co najmniej trzech kanałów chłodzących.

Korzystnie korpus panelu chłodzącego wykonany jest z miedzi.

Rozwiązanie według wynalazku zostanie bliżej objaśnione na podstawie przykładu realizacji przedstawionego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat poglądowy procesu ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów metodą TRC, fig. 2 przedstawia widok z góry układu zalewowego według wynalazku, fig. 3 przedstawia widok z boku układu zalewowego według wynalazku, fig. 4 przedstawia przekrój poprzeczny układu zalewowego według wynalazku w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny łączącej osie symetrii walców-krystalizatorów z uwidocznieniem rozplywu ciekłego metalu, fig. 5 i fig. 6 przedstawiają widoki panelu grzewczego do układu zalewowego według wynalazku, fig. 7 przedstawia widok panelu chłodzącego do układu zalewowego według wynalazku, fig. 8 przedstawia przekrój poprzeczny panelu chłodzącego do układu zalewowego według wynalazku w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny łączącej osie symetrii walców-krystalizatorów.

Układ według wynalazku służy do ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów metodą TRC. W układzie według wynalazku ciekły metal (1) poprzez urządzenie kontrolujące jego przepływ (2) trafia do zbiornika-zasobnika układu zalewowego (3), skąd przepływa do dyszy układu zalewowego (4). Z dyszy (4) ciekły metal (1) przepływa do obszaru krystalizacji (5) utworzonego przez napędzane odpowiednio: dolny walec-krystalizator (7b) oraz górny walec-krystalizator (7a), posiadające wewnętrzne kanały na medium chłodzące (8). Wskutek wymiany ciepła między odlewającym materiałem a medium chłodzącym dochodzi do zmiany stanu skupienia tego materiału z ciekłego na stały. W przypadku czystych metali, które krzepną w stałej temperaturze granica międzyfazowa stan ciekły – stan stały jest jednoznacznie określona i jej ślad obserwowany w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny łączącej osie symetrii walców-krystalizatorów przypomina poziomo ułożoną literę „V” (6). W idealnie prowadzonym procesie TRC, w którym prędkość zapływu ciekłego metalu (1) do strefy krystalizacji (5) oraz jego temperatura na szerokości strugi i w czasie są stałe (temperatura znamionowa ciekłego metalu), a ponadto pozostałe parametry procesu ustalone, ślad płaszczyzny międzyfazowej (6) będzie w niezmiennym położeniu względem śladu płaszczyzny łączącej osie (9) walców-krystalizatorów. W przypadku wprowadzenia do strefy krystalizacji materiału o temperaturze wyższej niż znamionowa ślad powierzchni międzyfazowej stan ciekły – stan stały zmieni swoje położenie w strefie krystalizacji do innej pozycji (6b) bliższej śladowi płaszczyzny łączącej osie (9) walców-krystalizatorów, a w przypadku, gdy temperatura ciekłego metalu będzie niższa niż znamionowa do innej, bardziej oddalonej od (9) pozycji (6a). W rzeczywistych warunkach realizacji procesu wobec możliwej zmienności temperatury ciekłego metalu (na szerokości pasma i w czasie) położenie na fig. 1 śladu płaszczyzny międzyfazowej może ewoluować i odbiegać od znamionowego położenia (6). Na skutek tego wielkość odkształcenia zadanego przez walce-krystalizatory w stanie stałym może być w różnych obszarach materiału różna, co w konsekwencji prowadzi do niejednorodnych właściwości finalnych pasma na wyjściu z układu (10).

Zgodnie z wersją wynalazku, której przykład realizacji ukazano na fig. 1–8 układ zalewowy składa się ze zbiornika-zasobnika (3) z dwoma równorzędnymi kanałami (14a) dla ciekłego metalu, wielostrefowej dyszy (4) z czterema równorzędnymi kanałami (14b, 14c, 14d) dla ciekłego metalu oraz paneli grzewczych (19) i paneli chłodzących (17).

Zbiornik-zasobnik wykonany jest w taki sposób, aby kierować ciekły metal (1) płynący z pieca odlewniczego do odpowiednich kanałów (14a). W bocznej ścianie zbiornika zasobnika wykonany jest otwór, w którym zabudowana jest dysza w taki sposób, aby dystans centralny tej dyszy (11) znajdował się w zbiorniku-zasobniku (3), a jego boczne ścianki formowały ścianki dwóch równorzędnych kanałów (14a) dla ciekłego metalu.

Dysza (4) układu zalewowego składa się z płyty górnej (21a), płyty dolnej (21b), bocznych bloczków zaporowych (16a, 16b) oraz wewnętrznych wielokątnych wkładek dystansowych bocznych (12a) i wewnętrznej wielokątnej wkładki dystansowej środkowej (12b), tworzących cztery równorzędne wewnętrzne kanały (14b, 14c, 14d) dla przepływu ciekłego metalu. Dysza (4) układu zalewowego ma trzy strefy (4a, 4b, 4c). W pierwszej strefie (4a) dyszy (4) płyty górna (21a) i dolna (21b) są do siebie równoległe i gwarantują zachowanie stałej wysokości kanałów (14b) dla ciekłego metalu. Szerokość dyszy (4) w strefie pierwszej (4a) ulega zwiększeniu, co umożliwia dostosowanie szerokości zbiornika-

zasobnika (3) do szerokości odlewane go pasma. W drugiej strefie (4b) dyszy (4) wysokość kanałów (14c) dla ciekłego metalu (1) ulega zmniejszeniu poprzez zastosowanie zbieżnych ścian wewnętrznych płyty górnej (21a) i dolnej (21b), a szerokość tych kanałów (14c) ulega zwiększeniu poprzez zmianę szerokości wewnętrznych wielokątnych wkładek dystansowych bocznych (12a). W trzeciej strefie dyszy (4c) wysokość i szerokość równorzędnych kanałów (14d) dla ciekłego metalu (1) jest stała. Równorzędne kanały dla ciekłego metalu (14d) utworzone są poprzez równoległe ścianki wewnętrzne płyty górnej (21a) i płyty dolnej (21b) ścianki bocznych bloczków zaporowych (16a, 16b) oraz poprzez boczne ścianki wewnętrznych wkładek dystansowych (13) stanowiących przedłużenie wkładek wielokątnych (12a, 12b). Dysza (4) wykonana jest w taki sposób, że przekrój poprzeczny poszczególnych równorzędnych kanałów (14b, 14c, 14d) dla ciekłego metalu jest identyczny, a ponadto kąty rozwarcia (α) wkładek dystansowych (12a, 12b) w strefie (4a) oraz kąty nachylenia (γ) płyty górnej (21a) i dolnej (21b) oraz kąty rozwarcia (β) wkładek dystansowych (12a) w strefie (4b) są dobrane w taki sposób, aby zapewnić stały i niezmienny na długości przekrój poprzeczny kanałów (14b, 14c, 14d) dla ciekłego metalu. Sumaryczny przekrój poprzeczny czterech kanałów (14b) w dyszy jest identyczny jak sumaryczny przekrój poprzeczny dwóch kanałów dla ciekłego metalu (14a) w zbiorniku-zasobniku. W efekcie prędkość przepływu ciekłego metalu w poszczególnych dyszach jest niezmienna na długości w strefach dyszy (4a, 4b, 4c). Ideę rozkładu rozptywu ciekłego metalu przez układ zalewowy według wynalazku zilustrowano strzałkami na fig. 4.

Do dyszy (4) układu zalewowego w strefie trzeciej (4c) zamocowane są zestawy zawierające panel grzewczy (19) i panel chłodzący (17). Zestawy te zbudowane są w taki sposób, aby panel grzewczy (19) stykał się bezpośrednio z płytą górną (21a) lub płytą dolną (21b) dyszy układu zalewowego (4), a panel chłodzący (17) stykał się z panelem grzewczym (19). Stosy dociskane są do płyty górnej (21a) lub do płyty dolnej (21b) dyszy (4) za pomocą sprężyn (18), co pozwala w łatwy sposób skompensować ewentualne zmiany wymiarów elementów układu zalewowego wynikające ze zmian temperatury tych elementów, stabilizuje położenie zestawów i ich docisk do płyty górnej (21a) lub dolnej (21b). Sprężyny napinane są przez specjalne płyty (4d) mocowane na stałe do dyszy (4). W elementach dyszy (4d) wykonane są odpowiednie otwory (22) umożliwiające wykonanie przyłączy elektrycznych i pneumatycznych paneli grzewczych i chłodzących. W dyszy w strefie trzeciej (4c) w okolicach sprężyn (18) wykonane są odpowiednie gniazda (20), w których umieszczone są niewidoczne czujniki temperatury wykorzystywane, z pomocą odpowiednich układów elektronicznych, do sterowania pracą zestawów. W celu zapewnienia efektywnej wymiany ciepła między zestawami a dyszą układu zalewowego oraz w celu zmniejszenia ewentualnych zmian wymiarów powodowanych przez zmiany temperatury korzystne jest, aby płyta górna (21a) oraz płyta dolna (21b) w strefie trzeciej (4c) dyszy (4) były wykonane z komercyjnie dostępnego grafitu prasowanego (np. typu R4550), z uwagi na jego wysoką przewodność cieplną oraz niską rozszerzalność cieplną.

Na zestaw składa się panel grzewczy (19) oraz panel chłodzący (17). Panel grzewczy (19) wykonany może być jako konstrukcja warstwowa, w której pomiędzy zewnętrznymi płytami, wykonanymi korzystnie z mikanitu (23), których celem jest izolacja elektryczna panelu, umieszczony jest elektrycznie czynny element w postaci drutu (24) nagrzewanego w wyniku wydzielania się ciepła Joule'a podczas przepływu prądu elektrycznego.

Na fig. 5 przedstawiono przykład rozwiązania panelu grzewczego do układu zalewowego według wynalazku, na którego warstwy składają się odpowiednio dwie zewnętrzne izolujące elektrycznie płyty, wykonane korzystnie z mikanitu (23), wewnątrz których umieszczono płaski wężyk drutu oporowego (24).

Na fig. 6 przedstawiono przykład rozwiązania panelu grzewczego (19) do układu zalewowego według wynalazku, który posiada rdzeń (25) wykonany z wewnętrznej płyty z mikanitu owiniętej drutem oporowym (24) oraz dwie zewnętrzne izolujące elektrycznie płyty z mikanitu (23).

Fig. 7 ukazuje korpus (26) panelu chłodzącego (17) do układu zalewowego według wynalazku, który wykonany jest jako prostopadłościan, w którym wydrążone są dwa główne kolektory (27) doprowadzający i odprowadzający medium chłodzące, połączone równoległe serią kanałów chłodzących (28).

Korpus panelu chłodzącego do układu zalewowego według wynalazku korzystnie wykonany jest z miedzi z uwagi na jej dobrą przewodność cieplną a medium chłodzącym jest gaz obojętny, tj. argon lub azot, co zapobiega utlenianiu wewnętrznych powierzchni kolektorów (27) i kanałów chłodzących (28) w podwyższonych temperaturach.

W przypadku, gdy temperatura danej strugi ciekłego metalu w obszarze trzecim (4c) dyszy układu zalewowego będzie niższa od znamionowej i zarejestruje to czujnik temperatury zainstalowany

w gnieździe (20) odpowiednie układy sterujące włączają przepływ prądu przez panel grzewczy (19). Doprowadzenie prądu elektrycznego do paneli grzewczych realizowane jest przez zaciski (29). Temperatura panelu grzewczego (19) ulegnie podwyższeniu i ciepło zostanie przekazane odpowiednio do obszarów płyty górnej (21a) lub dolnej (21b) dyszy (4) stykającej się z panelem grzewczym (19), a poprzez nią do strugi ciekłego metalu i w konsekwencji struga ciekłego metalu nagrzej się. W przypadku, gdy temperatura danej strugi ciekłego metalu w obszarze trzecim (4c) będzie niższa od temperatury znamionowej i zarejestruje to czujnik temperatury zainstalowany w gnieździe (20) odpowiednie układy sterujące włączają przepływ medium przez panel chłodzący (18). Medium doprowadzane jest do paneli chłodzących poprzez gniazda (30). Temperatura panelu chłodzącego ulegnie obniżeniu i ciepło zostanie odebrane od panelu grzewczego znajdującego się pod panelem chłodzącym a w konsekwencji również ciepło zostanie odebrane odpowiednio od obszarów płyty górnej (21a) lub dolnej (21b) dyszy (4) stykającej się z panelem grzewczym (19) współpracującym z danym panelem chłodzącym (17). W konsekwencji wskutek wymiany ciepła temperatura strugi ciekłego metalu płynącego odpowiednio pod lub nad panelem chłodzącym (17) obniży się. Tym sposobem w rozwiązaniu według wynalazku uzyskuje się zmniejszenie zróżnicowania temperatur ciekłego metalu w poszczególnych strugach w obszarze trzecim dyszy (4c), a tym samym zmniejszenie zróżnicowania temperatury strugi ciekłego metalu na szerokości podczas jej zapływu do obszaru krystalizacji (5).

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ zalewowy do linii ciągłego odlewania metali nieżelaznych i ich stopów między obracającą się walce-krystalizatory zawierający zbiornik-zasobnik oraz wielostrefową i wielokanałową dyszę, **znamienny tym**, że zawiera panele grzewcze (19) i panele chłodzące (17) zamocowane do płyty górnej (21a) dyszy (4) i do płyty dolnej (21b) dyszy (4).

2. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zbiornik-zasobnik (3) zaopatrzone jest w dwa kanały (14a) o równych przekrojach poprzecznych.

3. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dysza (4) zaopatrzone jest w cztery kanały (14b, 14c, 14d) utworzone przez wewnętrzne ścianki górnej płyty (21a) dyszy (4) i dolnej płyty (21b) dyszy (4), wewnętrzne ścianki bocznych bloczków zaporowych (16a, 16b) oraz poprzez boczne ścianki wewnętrznych wielokątnych wkładek dystansowych bocznych (12a), boczne ścianki wielokątnej środkowej wkładki dystansowej (12b) oraz poprzez boczne ścianki wewnętrznych wkładek dystansowych (13) stanowiących przedłużenie wkładek wielokątnych (12a).

4. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dysza (4) posiada trzy hipotetyczne strefy (4a, 4b, 4c), przy czym w strefie pierwszej (4a) najbliższej zbiornikowi-zasobnikowi (3) szerokość dyszy (4) ulega zwiększeniu, a w strefie drugiej (środkowej) (4b) szerokość dyszy (4) jest stała a ściany wewnętrzne płyty górnej (21a) i dolnej (21b) są zbieżne, natomiast w strefie trzeciej (4c) zarówno wysokość, jak i szerokość dyszy (4) jest stała.

5. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przekrój poprzeczny poszczególnych kanałów (14b, 14c, 14d) dyszy (4) jest równy, a kąty rozwarcia (α , β) wielokątnych wkładek dystansowych (12a, 12b) oraz kąty nachylenia (γ) płyty górnej (21a) i dolnej (21b) zapewniają stały i niezmienny na długości przekrój poprzeczny kanałów (14b, 14c, 14d), przy czym w strefie pierwszej (4a) i trzeciej (4c) dyszy (4) wysokość i szerokość poszczególnych kanałów (14b, 14d) jest stała na długości dyszy (4) w danej strefie, a w strefie drugiej (4b) wysokość kanałów (14c) zmniejsza się, a ich szerokość zwiększa się w miarę oddalania się od zbiornika-zasobnika (3).

6. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sumaryczny przekrój poprzeczny czterech kanałów (14b, 14c, 14d) dyszy (4) jest równy sumarycznemu przekrojowi poprzeczemu dwóch kanałów (14a) w zbiorniku-zasobniku (3).

7. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w strefie drugiej (4b) do dyszy (4), za pomocą sprężyn (18), dociskanych jest co najmniej osiem zestawów zawierających jeden panel grzewczy (23) oraz jeden panel chłodzący (26), przy czym każdy z paneli grzewczych (19) styka się bezpośrednio z dyszą (4), a każdy z paneli chłodzących (17) styka się bezpośrednio z odpowiednim panelem grzewczym (19) oraz z odpowiednią sprężyną (18).

8. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dysza (4) w strefie drugiej wykonana jest z grafitu prasowanego.

9. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że panele grzewcze (19) wykonane są z drutu oporowego (24) umieszczonego między izolacyjnymi płytami zewnętrznymi (23).

10. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że płyty izolacyjne zewnętrzne (23) i wewnętrzne (25) panelu grzewczego (19) wykonane są z mikanitu.

11. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że panele chłodzące (17) mają kształt prostopadłościennego korpusu, w którym wydrążone są dwa kolektory (27) połączone równoległe za pomocą co najmniej trzech kanałów chłodzących (28).

12. Układ zalewowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korpus (26) panelu chłodzącego (17) wykonany jest z miedzi.

Rysunki

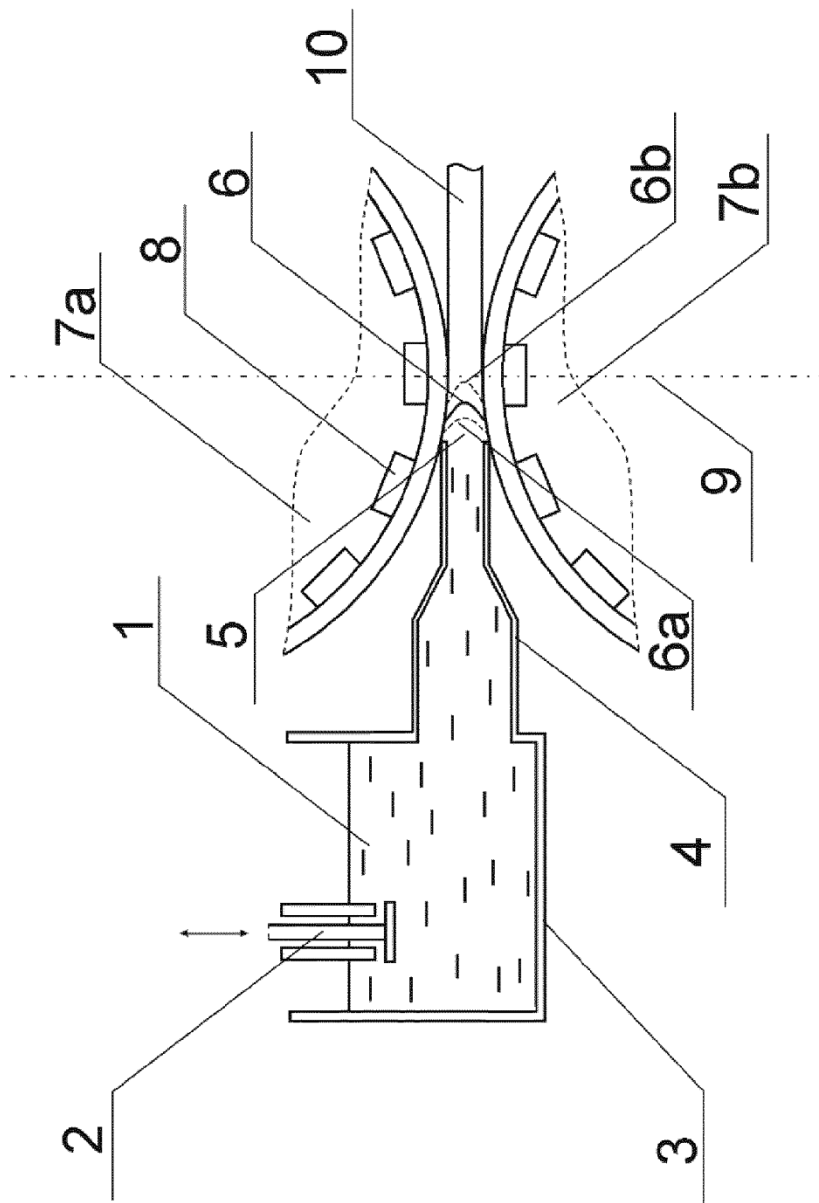


Fig. 1

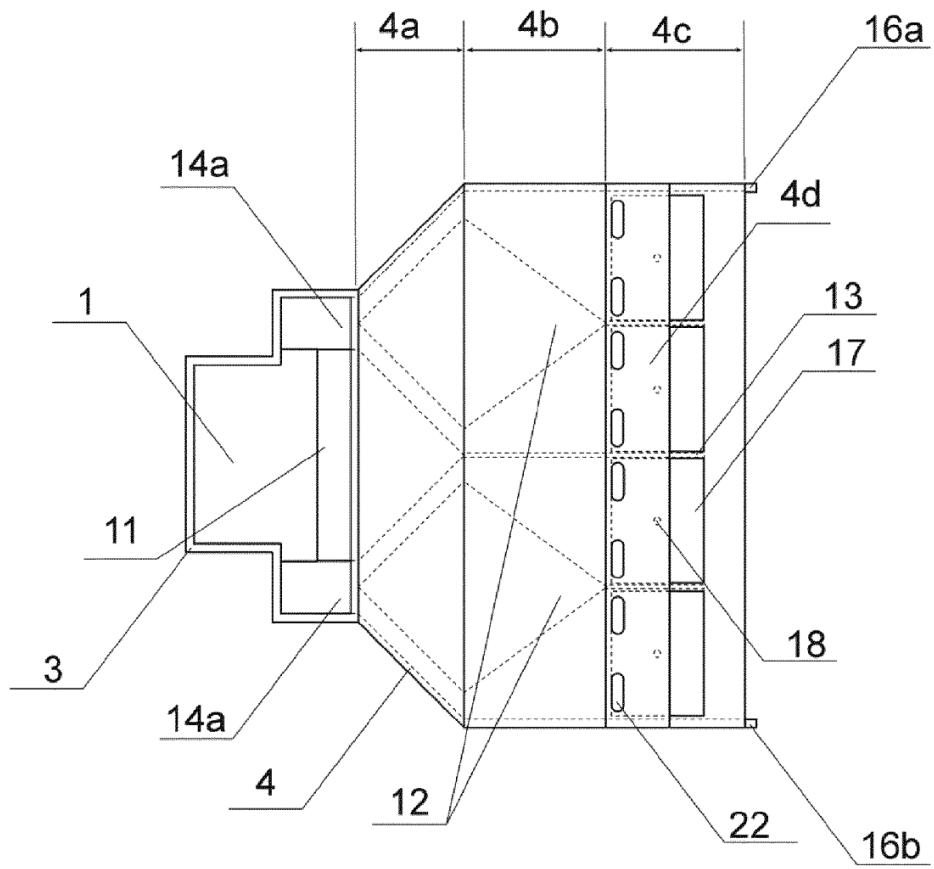


Fig. 2

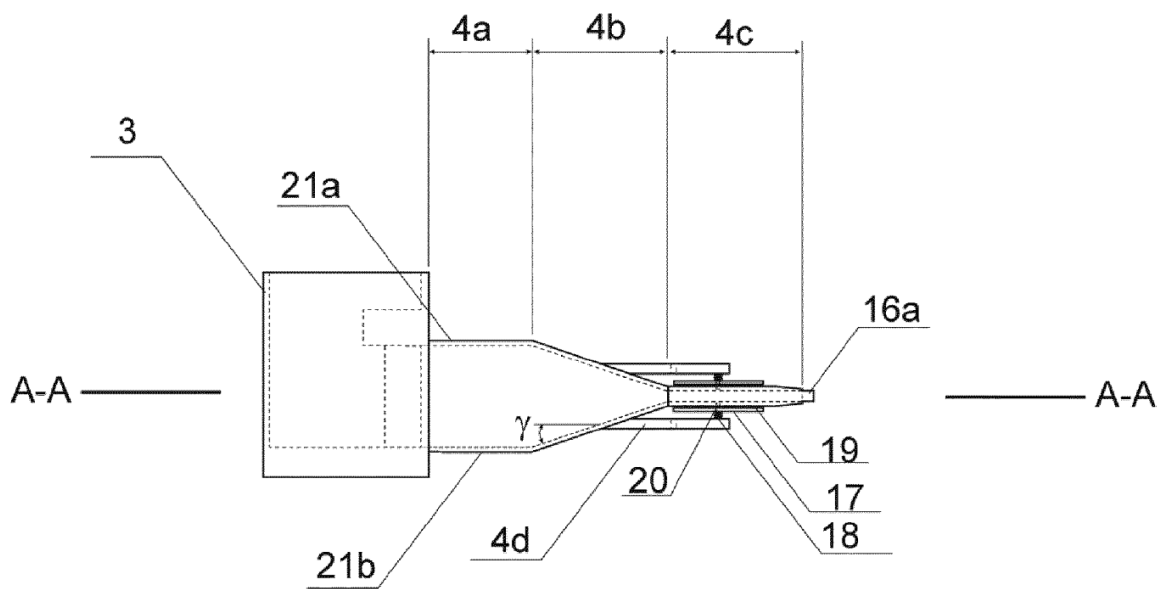


Fig. 3

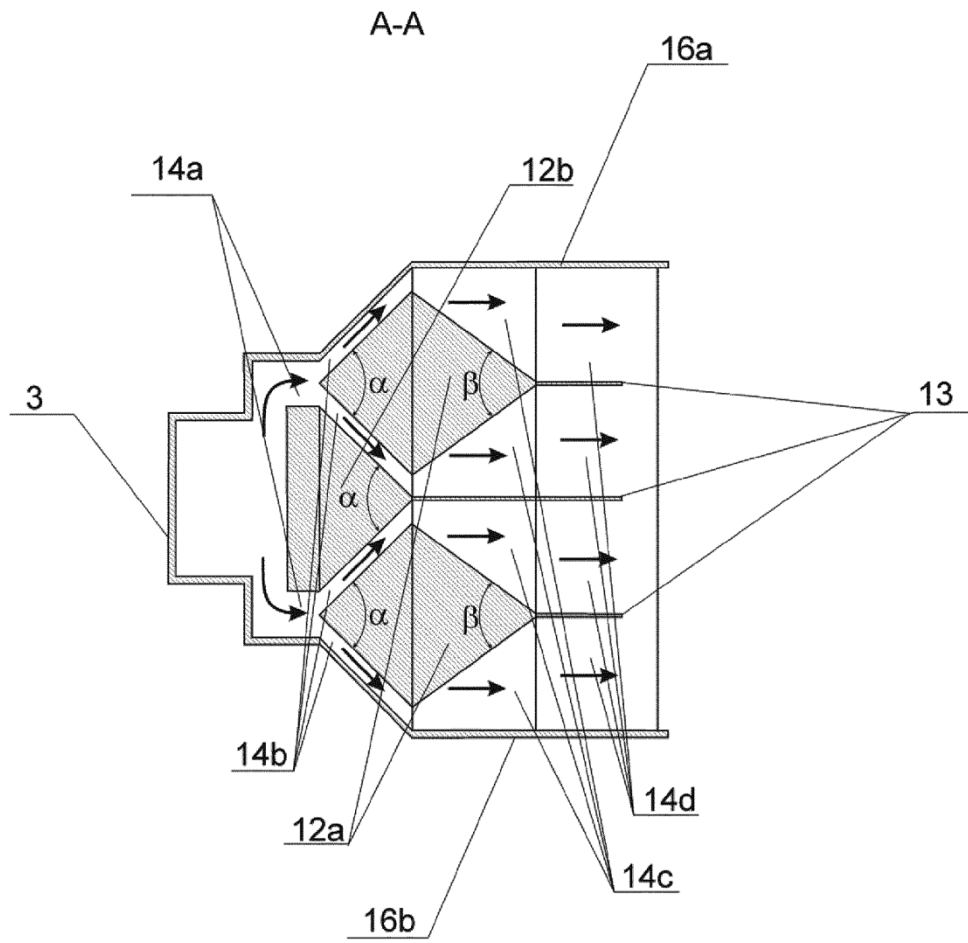


Fig. 4

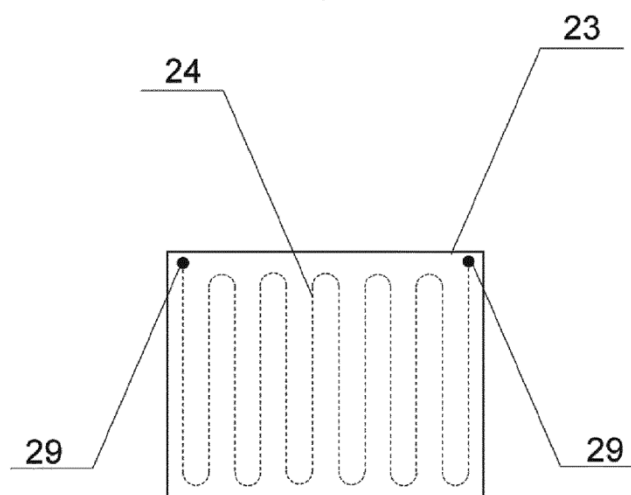


Fig. 5

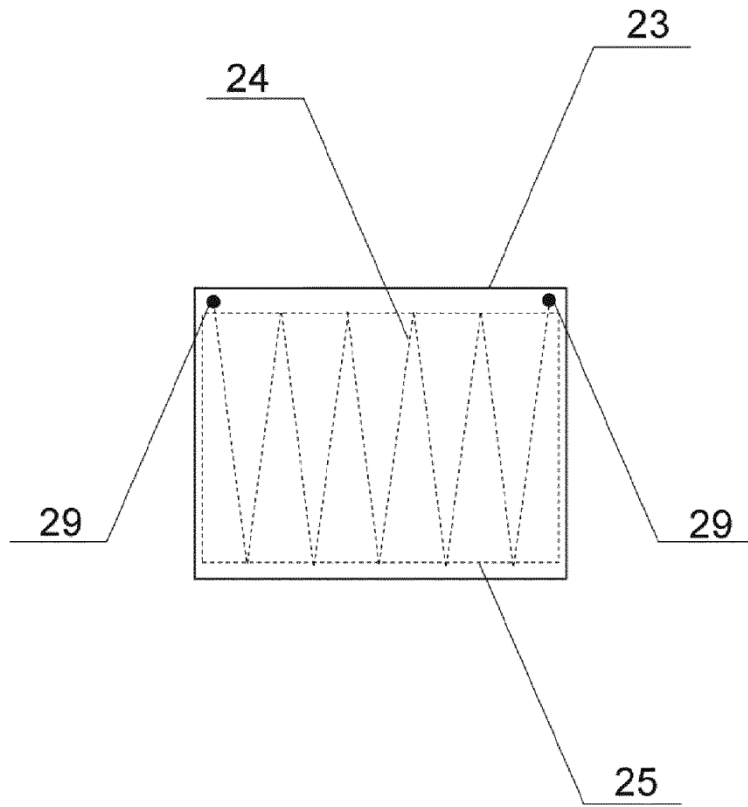


Fig. 6

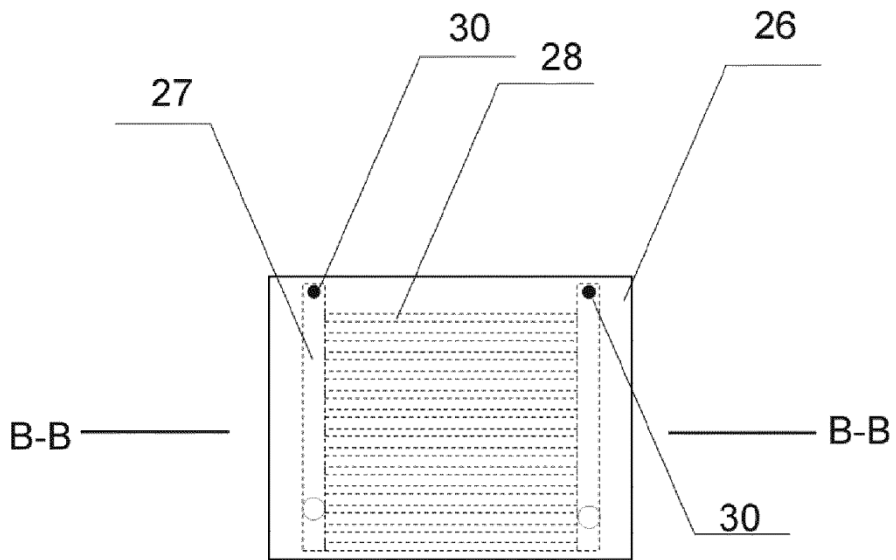


Fig. 7

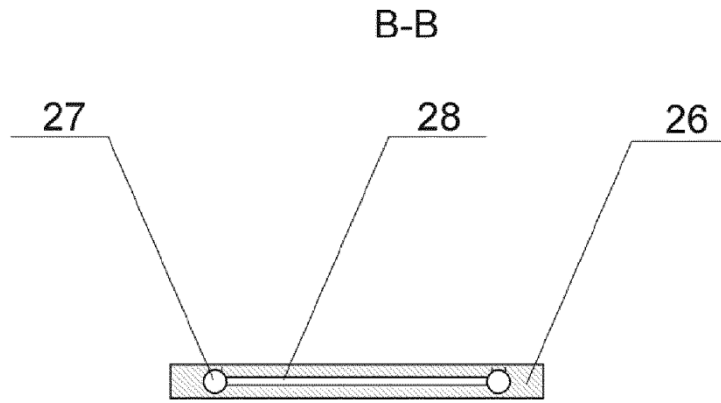


Fig. 8