

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 246980 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441773**

(22) Data zgłoszenia: **2022.07.19**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.01.30 BUP 05/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.04.14 WUP 15/2025**

(51) MKP:

B22D 11/10 (2006.01)

B22D 41/50 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA,
Częstochowa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

ADAM CWUDZIŃSKI, Częstochowa, PL

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Magdalena Filipek-Marzec,
Częstochowa, PL**

(54) Tytuł:

Wylew osłonowy

PL 246980 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wylew osłonowy do kadzi głównej stalowniczej.

Kadz pośrednia jest urządzeniem (w procesie ciągłego odlewania stali), w którym ciekła stal przebywa wystarczająco długo, aby wykonać zabiegi mające na celu poprawę jakości ciekłego metalu. Obecnie płynna stal jest przenoszona z kadzi głównej stalowniczej do kadzi pośredniej przez wylew osłonowy, który jest zabezpieczeniem ciekłego metalu przed wtórnym nagazowaniem lub nadmiernym spadkiem temperatury odlewanej stali. Ponadto zastosowanie wylewu osłonowego pozwala na bezpieczne stosowanie zasypek kadziowych dodatkowo izolujących lustro stali od kontaktu z atmosferą. W ostatnim czasie wylew osłonowy dodatkowo pełni funkcję urządzenia kontrolującego przepływ w kadziach pośrednich [Chatterjee, Debasish. Designing of a novel shroud for improving the quality of steel in tundish. *Advanced Materials Research*. 2012. vol. 585, pp. 359–363; Zhang, Jiangshan, Li, Jingshe, Yan, Yi, Chen, Zhixin, Yang, Shufeng, Zhao, Jingwei, and Jiang, Zhengyi. A comparative study of fluid flow and mass transfer in a trumpet-shaped ladle shroud using large eddy simulation. *Metallurgical and Materials Transactions B*. 2016. vol. 47, no. 1, pp. 495–507 [viewed 2019-04-15]; Zhang, Jiangshan, Yang, Shufeng, Li, Jingshe, Tang, Haiyan, and Jiang, Zhengyi. The effect of a dissipative ladle shroud in mixing in tundish: mathematical and experimental modelling. *High Temperature Materials Processes*. 2018. vol. 37, no. 1, pp. 25–32. Zmiana głębokości zanurzenia wylewu w ciekłej stali (kadź pośrednia) [Bartosiewicz, Michał, Cwudziński, Adam. Influence of immersion depth of ladle shroud in liquid steel on range of the transition zone for one-strand tundish during continuous casting of steel. *Metallurgy and Foundry Engineering*. 2017. vol. 43, no. 2, pp. 81–88, położenie wylewu względem dna kadzi pośredniej [Chattopadhyay, Kinnor, Isac, Mihaiela, and Guthrie, Roderick I.L. Physical and mathematical modelling to study the effect of ladle shroud mis-alignment on liquid metal quality in a tundish. *ISIJ International*. 2011. vol. 51, no. 5, pp. 759–768 oraz dobór miejsca zasilania kadzi pośredniej [Tripathi, Anurag, Ajmani, Satish K. Numerical investigation of fluid flow phenomenon in a curved shape tundish of billet caster. *ISIJ International*. 2005. vol. 45, no. 11, pp. 1616–1625] wpływają na hydrodynamiczną strukturę przepływu ciekłej stali. W związku, tym prowadzone są badania w obszarze doboru konstrukcji wylewu osłonowego jak i jego optymalnego położenia względem przestrzeni roboczej kadzi pośredniej celem optymalizacji jej pracy. Zaawansowane wylewy osłonowe cechują unikatowe kształty, umożliwiające modyfikacje struktur hydrodynamicznych w kadzi pośredniej. Znanym sposobem obniżenia pędu strugi ciekłej stali jest poszerzenie średnicy wylewu osłonowego. Również sprężanie i rozprężanie strumienia zasilającego hamuje jego prędkość przepływu. Ponadto integracja wylewu osłonowego z komorą próżniową skutkuje uzyskaniem unikatowych warunków hydrodynamicznych [Chatterjee, Debasish. „Vacuum shroud (VS)” – A green flow control device (FCD) towards replacements of „Turbo stop” in tundish metallurgy. *American Journal of Mining and Metallurgy*. 2017. vol. 4, no. 1, pp. 1–31]. Wylewy osłonowe można integrować z komorami stymulującymi ruch wirowy w kadzi pośredniej [1. Hou, Qinfu, Yue, Qiang, Wang, Huanyang, Zou, Zongshu, and Yu, Aibing. Modelling of inclusion motion and flow patterns in swirling flow tundishes with symmetrical and asymmetrical structures. *ISIJ International*. 2008. vol. 48, no. 6, pp. 787–792], W wylewach osłonowych dla kadzi głównych stalowniczych można również stosować rozwiązania konstrukcyjne wielo-otworowe, rozdzielające główny strumień stali, usytuowane równolegle lub prostopadle w stosunku do dna kadzi pośredniej [Cwudziński, Adam. Numerical Analysis of Influence of Modern Ladle Shroud Influence on Hydrodynamic Conditions of Liquid Steel Flow in One Strand Slab Tundish. 9th European Continuous Casting Conference (ECCC 2017), Wiedeń, Austria. ISBN 978-3-200-05197-3; Suchan Hanna, Cwudziński, Adam. Numerical Analysis of the Influence of the Modification of the Ladle Shroud on Fluid Flow Behavior in a One- Strand Tundish during Continuous Steel Casting. *Journal of Casting & Materials Engineering*. 2021. vol. 5. no. 4. pp. 75–83.

Celem wynalazku jest opracowanie wylewu osłonowego o unikatowych cechach stymulujące warunki hydrodynamiczne w kadzi pośredniej podczas ciągłego odlewania stali. Wynalazek polega na zastosowaniu ceramicznego wylewu osłonowego zakończonego charakterystyczną podstawą o kształcie półkuli modyfikującego ruch stali w strefie zasilania kadzi pośredniej i oddziałującego na przepływ ciekłej stali w całej objętości roboczej kadzi pośredniej. Wylew osłonowy montowany do dna kadzi głównej stalowniczej ogranicza erozję materiałów ogniotrwałych w strefie zasilania kadzi pośredniej oraz intensyfikuje warunki dla flotacyjnego wypływanego wtrąceń niemetalicznych ku powierzchni swobodnej pokrytej fazą żużlową. Wylew osłonowy ogranicza erozyjne oddziaływanie stru-

mienia zasilającego na dno kadzi pośredniej w strefie jej zasilania. Dodatkowo wytworzone są strumienie wznoszące i modyfikacja przepływu kąpieli metalowej w przestrzeni roboczej kadzi pośredniej, zdecydowanie ułatwiająca flotację wtrąceń niemetalicznych z ciekłej stali do fazy żuźlowej. Kumulacja siły pędnej w objętości roboczej podstawy będzie stymulować zderzenia turbulentne wtrąceń niemetalicznych i stymuluje ich wzrost, ułatwiając ich wypływanie.

Skutkami rozwiązania są kumulowanie siły pędnej strumienia stali zasilającego kadź pośrednią w strefie zaprojektowanej podstawie znajdującej się na końcu wylewu osłonowego oraz rozdzielenie głównego strumienia zasilającego na dwa lub cztery strumienie poboczne, co w interakcji z ciekłą stalą znajdującą się w objętości roboczej podstawy ograniczy prędkość przepływu i intensywność turbulencji ciekłej stali w objętości roboczej kadzi pośredniej i wpływa na modyfikację hydrodynamiki przepływu stali podczas procesu odlewania.

Istotą wynalazku jest wylew osłonowy do kadzi głównej stalowniczej charakteryzujący się tym, że ma podstawę o kształcie półkuli wybranej wewnątrz w którym to wybraniu osadzony jest lej centralny 1, przy czym w dolnej części leja centralnego są dwa boczne otwory przelotowe (8), których to bocznych otworów przelotowych (8) osie symetrii zawierające punkt przecięcia przekątnych bocznych otworów przelotowych (8) leżą na tej samej prostej, przy czym każdy otwór boczny ma kształt o przekroju prostokąta oraz boczne otwory przelotowe (8) w leju centralnym są rozmieszczone na przeciwległe i mają takie same wymiary. Korzystnie średnica zewnętrzna podstawy równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 2.7–3.7 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego. Korzystnie średnica wewnętrzna podstawy równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 1.9–2.9 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego. Korzystnie grubość naczynia jest połową różnicy pomiędzy średnicą zewnętrzną a średnicą wewnętrzną podstawy. Korzystnie średnica zewnętrzna leja centralnego równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 1.4–1.9 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego. Korzystnie wysokość (10) bocznego otworu przelewowego (8) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 0.7–1.85 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego. Korzystnie szerokość otworu bocznego przy dwóch otworach bocznych równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 0.6–0.83 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego. Korzystnie odległość pomiędzy górną krawędzią podstawy a dnem wewnątrz leja centralnego jest iloczynem współczynnika korygującego o wartości w zakresie 0.87–1.37 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego.

Wylew ma boczne otwory przelotowe usytuowane równolegle lub prostopadle do osi wzdłużnej kadzi pośredniej. Wylew zanurzony jest w ciekłej stali na minimalną głębokość równą iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 1.5 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego. Głębokość zanurzenia liczona jest od górnej krawędzi podstawy do poziomu ciekłej stali w kadzi pośredniej.

Wylew osłonowy (2A) montowany w dnie kadzi głównej stalowniczej chroni strumień stali zasilający kadź pośrednią (1A) podczas ciągłego odlewania stali. W celu stymulowania warunków hydrodynamicznych w kadzi pośredniej wylew osłonowy zakończony jest podstawą o kształcie półkuli. Strumień stali wypływa z leja centralnego o kształcie walca do podstawy przez otwory boczne o kształcie prostokąta. Zastosowana w wylewie podstawa stymuluje wznoszący ruch ciekłej stali w kierunku powierzchni swobodnej pokrytej zasypką kadziową. Siła pędna głównego strumienia zasilającego jest tłumiona przez jego rozdzielenie między otwory boczne usytuowane w leju centralnym i interakcje ze strumieniami formowanymi w objętości roboczej podstawy. Wylew osłonowy dedykowany jest dla kadzi głównych stalowniczych stosowanych w procesie ciągłego odlewania stali zasilających ciekłą stalą kadź pośrednią poprzez ceramiczne wylewy osłonowe o średnicy wewnętrznej leja centralnego równej od 50 do 300 mm. Długość leja centralnego wylewu osłonowego jest dobierana indywidualnie do urządzenia do ciągłego odlewania stali tj. wysokości roboczej liczonej od dna kadzi pośredniej do dna kadzi głównej, ustawionej nad kadzią pośrednią w pozycji do zasilania. Długość leja i systemu pozycjonowania kadzi głównej powinna gwarantować wymagane zanurzenie wylewu osłonowego w ciekłej stali w kadzi pośredniej podczas odlewania.

Wynalazek został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1, 2, 3 i 4 przedstawiają wylew osłonowy, a fig. 5 osadzenie wylewu osłonowego w kadzi pośredniej.

Przykład I

Ceramiczny wylew osłonowy (2A) o średnicy wewnętrznej leja centralnego (4) równej 70 mm montowany do systemu wylewowego kadzi głównej stalowniczej pełniący rolę modyfikatora struktury hydrodynamicznej w kadzi pośredniej (1A) podczas procesu ciągłego odlewania stali zakończony podstawą (2) o kształcie półkuli i posiadający dwa otwory boczne (9) w leju centralnym (8). Podczas

odlewania dwa boczne otwory przełotowe (8) leja centralnego (1) są położone równolegle z osią wzdłużną kadzi pośredniej (3A). Minimalne zanurzenie wylewu osłonowego w ciekłej stali jest iloczynem współczynnika korygującego o wartości 1.5 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego (4) wynoszącej 70 mm. Średnica zewnętrzna podstawy o kształcie półkuli (3) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 2.7 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) równej 70 mm. Średnica wewnętrzna podstawy o kształcie półkuli (5) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 1.9 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) równej 70 mm. Średnica zewnętrzna (7) leja centralnego (1) równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 1.4 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) równej 70 mm. Wysokość (10) bocznego otworu przełotowego (8) o kształcie prostokąta równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 0.7 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) równej 70 mm. W leju centralnym znajdują się dwa otwory boczne, stąd szerokość otworu bocznego (11), równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 0.6 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) równej 70 mm. Odległość (12) pomiędzy górną krawędzią podstawy (13) a dnem wewnątrz leja centralnego (9) jest równa iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 0.87 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) równej 70 mm.

Przykład II

Wylew osłonowy (2A) do kadzi głównej stalowniczej ma podstawę (2) o kształcie półkuli wybranej wewnątrz w którym to wybraniu osadzony jest lej centralny 1, przy czym w dolnej części leja centralnego (1) są dwa boczne otwory przełotowe (8), których to bocznych otworów przełotowych (8) osie symetrii zawierające punkty przecięcia przekątnych każdego z bocznych otworów przełotowych (8) leżą na tej samej prostej, przy czym każdy boczny otwór przełotowy (8) ma kształt o przekroju prostokąta oraz boczne otwory przełotowe (8) w leju centralnym (1) są rozmieszczone naprzeciwległe i mają takie same wymiary.

Przykład III

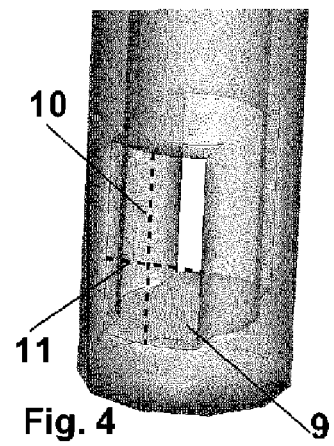
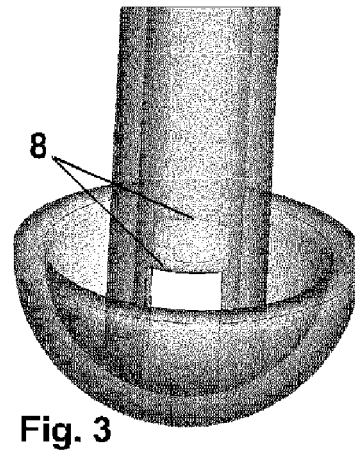
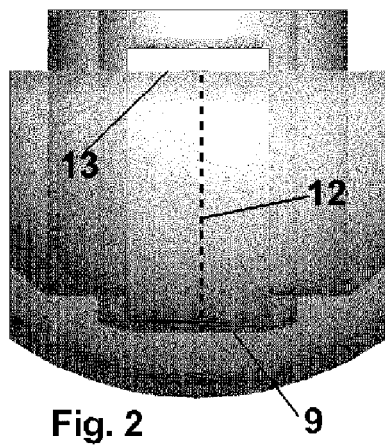
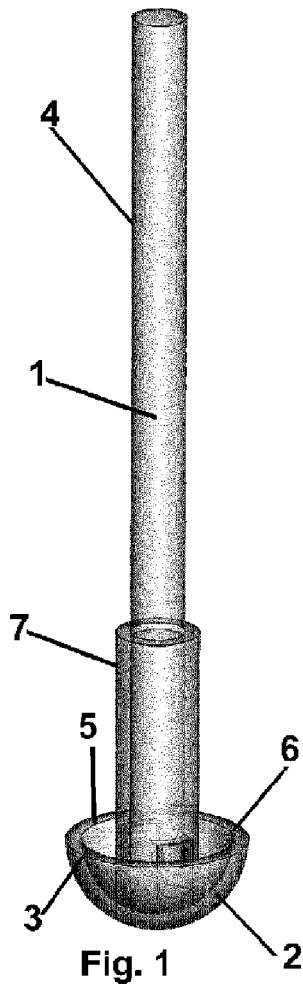
Wylew osłonowy (2A) do kadzi głównej stalowniczej ma podstawę (2) o kształcie półkuli wybranej wewnątrz w którym to wybraniu osadzony jest lej centralny (1), przy czym w dolnej części leja centralnego (1) są dwa boczne otwory przełotowe (8), których to bocznych otworów przełotowych (8) osie symetrii zawierające punkty przecięcia przekątnych każdego z bocznych otworów przełotowych (8) leżą na tej samej prostej, przy czym każdy otwór boczny przełotowy (8) ma kształt o przekroju prostokąta oraz boczne otwory przełotowe (8) w leju centralnym (1) są rozmieszczone naprzeciwległe i mają takie same wymiary. Podczas odlewania dwa boczne otwory przełotowe (8) leja centralnego (1) są położone prostopadłe do osi wzdłużnej kadzi pośredniej (3A). Minimalne zanurzenie wylewu osłonowego w ciekłej stali jest iloczynem współczynnika korygującego o wartości 1.5 i wartości średnicy wewnętrznej leja centralnego (4) wynoszącej 90 mm. Średnica zewnętrzna podstawy (3) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w 3,2 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) wynoszącej 90 mm. Średnica wewnętrzna podstawy (5) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 2,5 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1) wynoszącej 90 mm. Grubość naczynia (6) jest połową różnicy pomiędzy średnicą zewnętrzną a średnicą wewnętrzną podstawy (2). Średnica zewnętrzna (7) leja centralnego (1) równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 1.4 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1). Wysokość (10) bocznego otworu przelewowego (8) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 1 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1). Szerokość otworu bocznego (11) przy dwóch otworach bocznych równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości 0,7 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1). Odległość (12) pomiędzy górną krawędzią (13) podstawy (2) a dnem (19) wewnątrz leja centralnego (1) jest iloczynem współczynnika korygującego o wartości 1,1 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1).

Zastrzeżenia patentowe

1. Wylew osłonowy (2A) do kadzi głównej stalowniczej, **znamienny tym**, że ma podstawę (2) o kształcie półkuli wybranej wewnątrz w którym to wybraniu osadzony jest lej centralny 1, przy czym w dolnej części leja centralnego (1) są dwa boczne otwory przełotowe (8), których to otworów (8) osie symetrii zawierające punkt przecięcia przekątnych bocznych otworów przełotowych (8) leżą na tej samej prostej, przy czym każdy otwór boczny

- ma kształt o przekroju prostokąta oraz otwory boczne w leju centralnym (1) są rozmieszczone naprzeciwległe i mają takie same wymiary.
2. Wylew osłonowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że średnica zewnętrzna podstawy (3) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 2.7–3.7 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1).
 3. Wylew osłonowy według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że średnica wewnętrzna podstawy (5) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 1.9–2.9 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1).
 4. Wylew osłonowy według zastrz. 1, 2 lub 3, **znamienny tym**, że grubość naczynia (6) jest połową różnicy pomiędzy średnicą zewnętrzną a średnicą wewnętrzną podstawy.
 5. Wylew osłonowy według zastrz. 1, 2, 3 lub 4, **znamienny tym**, że średnica zewnętrzna (7) leja centralnego (1) równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 1.4–1.9 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1).
 6. Wylew osłonowy według zastrz. 1, 2, 3, 4 lub 5, **znamienny tym**, że wysokość (10) bocznego otworu przelotowego (8) równa się iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 0.7–1.85 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1).
 7. Wylew osłonowy według zastrz. 1, 2, 3, 4, 5 lub 6, **znamienny tym**, że szerokość otworu bocznego (11) równa jest iloczynowi współczynnika korygującego o wartości w zakresie 0.6–0.83 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1).
 8. Wylew osłonowy według zastrz. od 1 do 7, **znamienny tym**, że odległość (12) pomiędzy górną krawędzią (13) podstawy (2) a dnem (9) wewnątrz leja centralnego (1) jest iloczynem współczynnika korygującego o wartości w zakresie 0.87–1.37 i wartości średnicy wewnętrznej (4) leja centralnego (1).

Rysunki



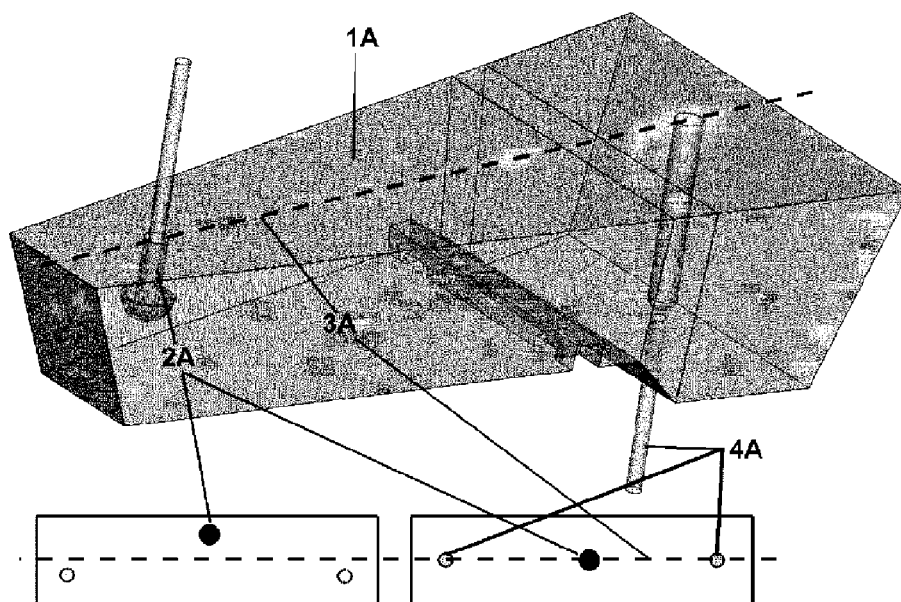


Fig. 5