

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243361 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439435**

(22) Data zgłoszenia: **2021.11.04**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.05.08 BUP 19/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.08.14 WUP 33/2023**

(51) MKP:

B22C 9/08 (2006.01)

B22C 9/02 (2006.01)

B22D 43/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

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

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**JERZY STANISŁAW ZYCH, Kraków, PL
KRZYSZTOF DYMEK, Drawski Młyn, PL**

(74) Pełnomocnik:

Elżbieta Postolek, Kraków, PL

(54) Tytuł:

Forma piaskowa do wytwarzania wysokojakościowych odlewów

PL 243361 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest forma piaskowa do wytwarzania wysokojakościowych odlewów ze stopów żelaza, która znajduje zastosowania w procesie wykonywanym na automatycznych, bezskrzynkowych liniach formierskich z pionowym lub poziomym podziałem formy.

W praktyce odlewniczej znanych jest wiele rozwiązań dotyczących konstrukcji form piaskowych z filtrami ceramicznymi umieszczanymi w układach wlewowych, które wytwarzane są na zautomatyzowanych liniach formierskich zarówno z pionową powierzchnią podziału (automaty Disa Matic, Loramatic) lub poziomą powierzchnią podziału (automaty Disa Mach, FBO) w układzie formowania bezskrzynkowego. W układach wlewowych tych form stosuje się filtry ceramiczne w celu zatrzymywania wtrąceń niemetalicznych, które mogłyby być przenoszone do wnętrza formy i stanowić przyczynę wad odlewów takich jak: zapiaszczenie, zażużlenie lub wtrącenia niemetaliczne. Dla umieszczenia filtra w formach piaskowych układy wlewowe tych form są rozbudowane o element zwany komorą filtracyjną, w której umieszcza się filtr, zatrzymujący zanieczyszczenia płynącego metalu, których źródłem jest proces metalurgiczny topienia (żużle), utlenianie metalu podczas zalewania (tlenki) oraz zabieranie cząstek formy piaskowej przez płynący metal (zapiaszczenia).

Cechą charakterystyczną wszystkich komór filtracyjnych zwanych również wirowymi jest ich trójmodułowa budowa, składają się z części: przed filtrem, gniazda umieszczenia filtra i części za filtrem, jak również to, że ich główny przekrój jest najczęściej kilkakrotnie większy od przekroju kanału doprowadzającego ciekły metal do komory filtracyjnej. Umieszczanie filtra w komorze filtracyjnej odbywa się po wykonaniu formy i usunięciu z niej modelu. W formie z poziomą powierzchnią podziału filtr umieszcza się w dolnej połowie formy w pozycji: poziomej, pionowej lub pod kątem w stosunku do linii pionu, ale najczęściej umieszcza się go na poziomo, co wynika z łatwości wkładania go do gniazda w formie.

Istotnym elementem konstrukcji komór filtracyjnych jest kształt ich pierwszego modułu – części komory przed filtrem i sposób wprowadzenia do niej części metalu. Większość rozwiązań w tym zakresie sprowadza się do prostopadłego skierowania strumienia metalu na powierzchnię filtra, niezależnie czy filtr umieszczony jest we wlewie głównym czy wlewie rozprowadzającym lub doprowadzającym. We wlewie głównym przepływ metalu odbywa się w kierunku pionowym a filtr umieszczony jest na poziomo, natomiast, gdy filtr umieszczony jest we wlewie rozprowadzającym lub doprowadzającym a przepływ odbywa się na poziomo – filtr umieszczany jest prostopadle do kierunku płynięcia metalu. Taki sposób przepływu prowadzi do osadzania się zanieczyszczeń na czołowej powierzchni filtra, co ogranicza możliwość przefiltrowania dużych ilości metalu.

Innym rozwiązaniem w konstrukcji komór filtracyjnych jest stosowanie takich kształtów pierwszego modułu komory, który wymusza ruch wirowy metalu. Najstarszym rozwiązaniem w tym obszarze są odźwiżnice odśrodkowe, w których w pierwotnym rozwiązaniu nie było filtrów, ale dzięki ich kształtowi bryły obrotowej uzyskiwano ruch wirowy wprowadzając po stycznej metal. Odźwiżnice odśrodkowe mają pionową oś symetrii i ruch metalu wokół tej osi odbywa się w płaszczyźnie poziomej. Nowsze rozwiązanie będące przedmiotem patentu DE 42 29 417 C2 dotyczy zastosowania na ściankach bocznych filtra odśrodkowego filtrów ceramicznych, co pozwala na filtrację bardziej skuteczną i jest dedykowane dla dużych odlewów.

Rozwiązanie z wirową częścią komory filtracyjnej jest opisane w europejskim patencie ER 2364229 B1. Istotą rozwiązania jest umieszczenie w komorze filtracyjnej filtra w taki sposób, aby wprowadzony w ruch wirowy metal wirował wokół osi równoległej ułożonej do powierzchni roboczej filtra. W opisie proponuje się kilka rozwiązań, ich wspólną cechą jest zachowanie równoległości położenia filtra w stosunku do osi wymuszonego ruchu wirowego. Zamieszczone przykłady rozwiązania są dedykowane do form z poziomym podziałem, chociaż w opisie znajduje się również uwaga, iż rozwiązanie może być stosowane również do form z pionowym podziałem. Położenie filtra według rozwiązania może być usytuowane w wielu miejscach bocznej powierzchni komory, jednak najczęściej umieszcza się pod wlewem głównym, przy zachowaniu pochyleń w stosunku do osi wlewu głównego. Dynamiczne uderzenie metalu w filtr pod wlewem głównym może prowadzić do jego pęknięcia i powstania wadliwego odlewu. Szerokość komory filtracyjnej jest równa szerokości filtra i jest powodem konieczności rozbudowania całej komory, co prowadzi do zwiększonego zużycia metalu i obniżenia uzysku z formy.

Celem wynalazku jest opracowanie takiej konstrukcji komory filtracyjnej, umieszczonej w układzie doprowadzającym ciekły metal do wnętrza formy piaskowej, aby umieszczony w niej filtr ceramiczny zapewnił znaczące zwiększenie skuteczności oczyszczania ciekłego metalu oraz uzyskiwanie wyższej jego czystości przy równoczesnym obniżeniu masywności komory filtracyjnej.

Forma piaskowa do wytwarzania wysokojakościowych odlewów, według wynalazku, posiadająca wnękę połączoną z układem doprowadzającym do niej ciekły metal, składającym się z górnej części wlotowej i dolnej części wylotowej, pomiędzy którymi umieszczona jest komora filtracyjna, składająca się z dwóch modułów przedzielonych co najmniej jednym filtrem ceramicznym, charakteryzuje się tym, że pierwszy moduł komory filtracyjnej ma kształt bryły obrotowej, której oś obrotu jest usytuowana poziomo, zaś filtr ceramiczny jest usytuowany zasadniczo pionowo w komorze filtracyjnej, przy czym górna część wlotowa doprowadza ciekły metal stycznie do pobocznic bryły obrotowej, który wprowadzany jest w ruch wirowy, przy czym płaszczyzna wirowania metalu i płaszczyzna powierzchni roboczej filtra ceramicznego są do siebie równoległe i mają usytuowanie pionowe.

Korzystnie pierwszy moduł komory filtracyjnej ma kształt walca.

Zaletą formy piaskowej do wytwarzania wysokojakościowych odlewów według wynalazku jest to, że dzięki zastosowaniu takiej konstrukcji komory filtracyjnej uzyskuje się takie wirowanie ciekłego metalu przed filtrem ceramicznym, które powoduje obniżenie naporu dynamicznego strumienia metalu na powierzchnię filtra, co chroni go przed uszkodzeniem. Ponadto pionowe lub zbliżone do pionowego usytuowanie filtra ceramicznego, powoduje, że zanieczyszczenia niesione przez strumień odrywane są przez wirujący metal od powierzchni filtra i grawitacyjnie opadają w kierunku dna komory filtracyjnej. Takie rozwiązanie, w którym powierzchnia filtra jest omywana wirującym metalem pozwala na zwiększenie efektywności filtrowania, metalu, co prowadzi do produkcji odlewów bez wewnętrznych wad. Ponadto rozwiązanie to daje możliwość pomniejszenia objętości komory filtracyjnej, co powoduje obniżenie masy metalu zużywanego na układ wlewowy i w efekcie skutkuje podwyższeniem uzysku z formy. Dodatkowo konstrukcja komory filtracyjnej stwarza korzystne warunki dla dobrego rozpuszczenia modyfikatora w metalu w wypadkach, kiedy stosowana jest modyfikacja stopu metodą „na strugę”, co sprzyja lepszemu strukturze metalograficznej odlewów.

Wynalazek wyjaśniony jest na podstawie opisu konstrukcji przykładowego wykonania formy piaskowej pokazanego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok części formy piaskowej z pionową powierzchnią podziału, zawierającej część układu wlewowego, fig. 2 – przekrój poprzeczny według linii A-A oznaczonej na fig. 1, fig. 3 – przekrój formy piaskowej z poziomą powierzchnią podziału poprzeczny w stosunku do komory filtracyjnej, zawierający część układu wlewowego, a fig. 4 – przekrój formy piaskowej równoległy w stosunku do komory filtracyjnej oznaczonej na fig. 3. Powierzchnię podziału formy, rozdzielającą górną od dolnej część formy, która uwidoczniła jest na Fig. 3 i Fig. 4 zaznaczono symbolami G i D.

Rysunek przedstawia formę piaskową 1 z masy formierskiej z pionową (Fig. 1 i 2) lub poziomą (Fig. 3 i 4) powierzchnią podziału, mającą wnękę niewidoczną na rysunku oraz umieszczoną w układzie wlewowym 2 komorę filtracyjną 3, składającą się z dwóch modułów 4 i 5 przedzielonych filtrem ceramicznym 6. Pierwszy moduł 4 komory filtracyjnej 3 ma kształt walca o średnicy 4 cm i wysokości 2 cm i jest usytuowany poziomo. Górna część wlotowa układu wlewowego 2 doprowadza ciekły metal stycznie do pobocznic komory filtracyjnej 3 w postaci walca, stanowiącej pierwszy moduł 4 komory filtracyjnej 3. Ciekły metal wprowadzany jest w ruch wirowy, przy czym płaszczyzna wirowania metalu i płaszczyzna powierzchni roboczej filtra ceramicznego 6 są do siebie równoległe i mają usytuowanie pionowe.

Metal ze zbiornika wlewowego 7 układu wlewowego 2 wlewem głównym 8 kierowany jest w dół do pierwszego modułu 4 komory filtracyjnej 3 usytuowanego przed filtrem ceramicznym 6, w której metal wprowadzany jest w ruch wirowy. Ta część komory filtracyjnej 4 o przekroju kołowym, konstrukcyjnie jest walcem ułożonym na poziomo. Wokół osi walca, przez cały okres zalewania formy piaskowej 1, odbywa się krążenie ciekłego metalu w pierwszym module 4 komory filtracyjnej 3 przed pionowo usytuowanym filtrem ceramicznym 6. Ruch wirowy osiąga się dzięki temu, iż ciekły metal wpływa stycznie do pobocznic walcowej powierzchni pierwszego modułu 4 komory filtracyjnej 3. Dynamiczne ciśnienie zamieniane jest na statyczne, pod wpływem którego metalu przetłaczany jest przez filtr ceramiczny 6 do drugiego modułu 5 usytuowanego za filtrem ceramicznym 6 komory filtracyjnej 3, a następnie do wlewu rozprowadzającego 9 i doprowadzającego układu wlewowego 3, z których wprowadzany jest do wnęki formy piaskowej 1. Ciekły metal wiruje równoległe do powierzchni roboczej filtra ceramicznego 6, dzięki czemu oczyszcza tę powierzchnię z cząstek wtrąceń lub nierozpuszczonego modyfikatora. W dalszej kolejności metal przepływa przez filtr ceramiczny 6 i wypełnia drugi moduł 5 komory filtracyjnej 3. W następnej kolejności metal wpływa do wlewu rozprowadzającego 9 układu wlewowego 2, a w końcowym etapie przepływa poprzez wlew doprowadzający do wnęki formy piaskowej 1.

Na linii formowania automatycznego Disa Matic 2030 z pionowym podziałem formy wytwarzano odlewy z żeliwa sferoidalnego EN GJS 500 07 o masie 15 kg w formach piaskowych. Formy piaskowe 1 o wymiarach 600×720 mm wytwarzano z masy formierskiej o składzie: osnowa kwarcowa o średniej wielkości ziaren $d_L = 0,21$ mm, z dodatkiem 8,0% bentonitu, 4,2% nośnika węgla oraz o wilgotności 3,4% H_2O . W formie piaskowej 1 odformowano z płyty modelowej komorę filtracyjną 3 przedstawioną na Fig. 1, zastosowano filtr ceramiczny 6 o porowatości 10 ppi i wymiarach 45×45 mm i grubości $g = 12$ mm. Przed złożeniem połówek form piaskowych 1, filtr ceramiczny 6 umieszczono w gnieździe komory filtracyjnej 3. Następnie formę piaskową 1 zalewano żeliwem o temperaturze $T = 1350^\circ C$ i składzie chemicznym: C = 3,40%, Si = 2,75%, Mn = 0,40%, S = 0,01%, P = 0,03%, Cu = 0,30% oraz Mg = 0,045% reszta Fe i domieszki oraz nieuniknione zanieczyszczenia. Dodatkowo, w trakcie zalewania formy piaskowej 1, do metalu dozowano modyfikator drobnofrakcyjny o ziarnistości $\sim 2,0$ mm techniką „na strugę” o nazwie handlowej Zirconal w ilości 0,2% w stosunku do ilości masy metalu. Po wybiciu odlewu z formy piaskowej 1 poddano go ocenie pod kątem wad powierzchni i wtrąceń niemetalicznych pochodzących z procesu metalurgicznego (żużel, nierozpuszczony modyfikator) oraz z formy mających postać tzw. zapaszczeń. W ocenie stanu kilkudziesięciu odlewów w stanie na surowo, jak i ocenie tych odlewów po zgrubnej obróbce mechanicznej i usunięciu nadadatków technologicznych nie stwierdzono ww. wad. Ponadto proces zalewania przebiegał płynnie, bez tłumienia przypiływu, który występuje w wypadku filtrów ustawianych tradycyjnie – na poziomo pod zbiornikiem wlewowym lub we wlewie głównym. Objętość komory filtracyjnej 3, z uwagi na jej płaskościenny kształt jest o kilkanaście procent mniejsza niż tradycyjnych komór filtracyjnych stosowanych w tej technologii, co przyczyniło się do podniesienia uzysku metalu o z formy $\sim 10\%$.

Wykaz oznaczeń na rysunku

- 1 – forma
- 2 – układ wlewowy
- 3 – komora filtracyjna
- 4 – pierwszy moduł komory filtracyjnej
- 5 – drugi moduł komory filtracyjnej
- 6 – filtr ceramiczny
- 7 – zbiornik wlewowy
- 8 – wlew główny
- 9 – wlew rozprzewadzający

Zastrzeżenia patentowe

1. Forma piaskowa do wytwarzania wysokojakościowych odlewów posiadająca wnękę połączoną z układem doprowadzającym do niej ciekły metal, składającym się z górnej części wlotowej i dolnej części wylotowej, pomiędzy którymi umieszczona jest komora filtracyjna, składająca się z dwóch modułów przedzielonych co najmniej jednym filtrem ceramicznym, **znamienna tym**, że pierwszy moduł (4) komory filtracyjnej (3) ma kształt bryły obrotowej, której oś obrotu jest usytuowana poziomo, zaś filtr ceramiczny (6) jest usytuowany zasadniczo pionowo w komorze filtracyjnej (3), przy czym górna część wlotowa doprowadza ciekły metal stycznie do pobocznic bryły obrotowej, który wprawiany jest w ruch wirowy, przy czym płaszczyna wirowania metalu i płaszczyna powierzchni roboczej filtra ceramicznego (6) są do siebie równoległe i mają usytuowanie pionowe.
2. Forma piaskowa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że pierwszy moduł (4) komory filtracyjnej (3) ma kształt walca.

Rysunki

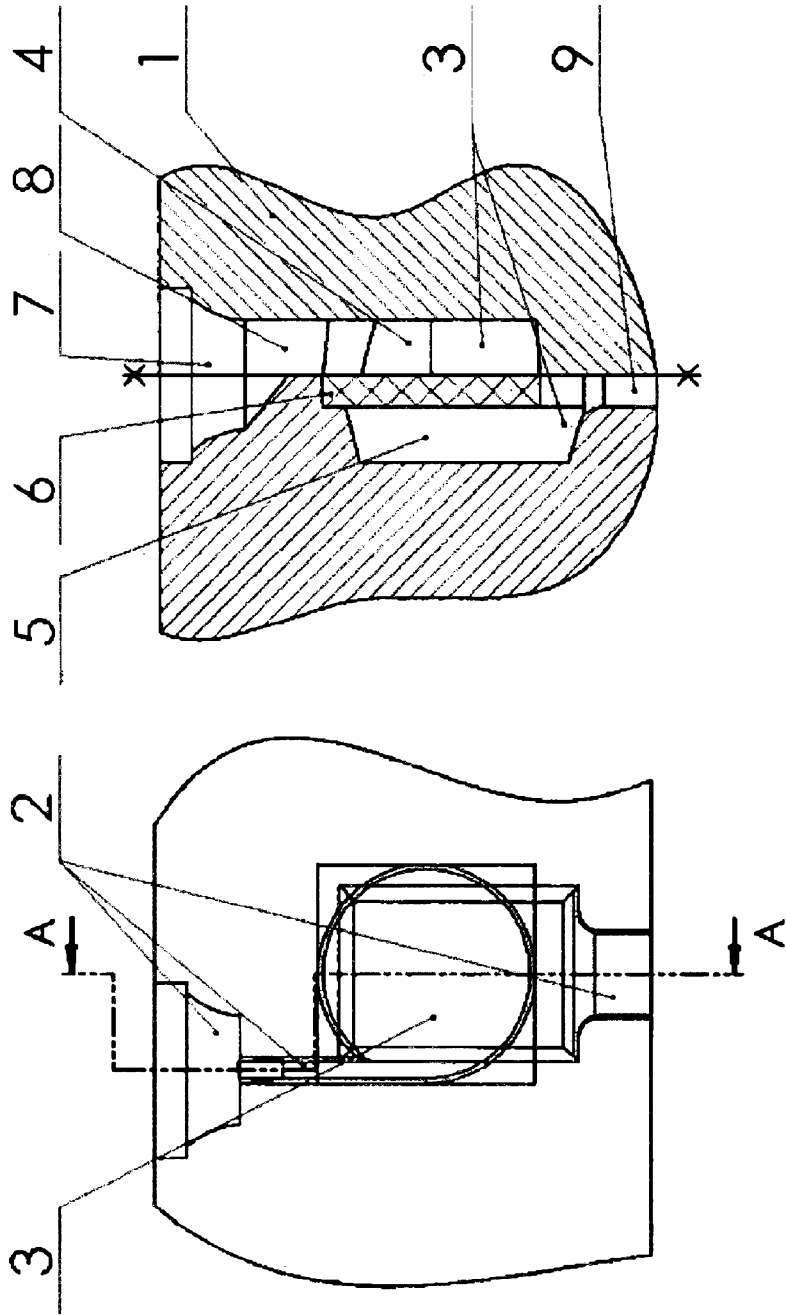


Fig. 2.

Fig. 1.

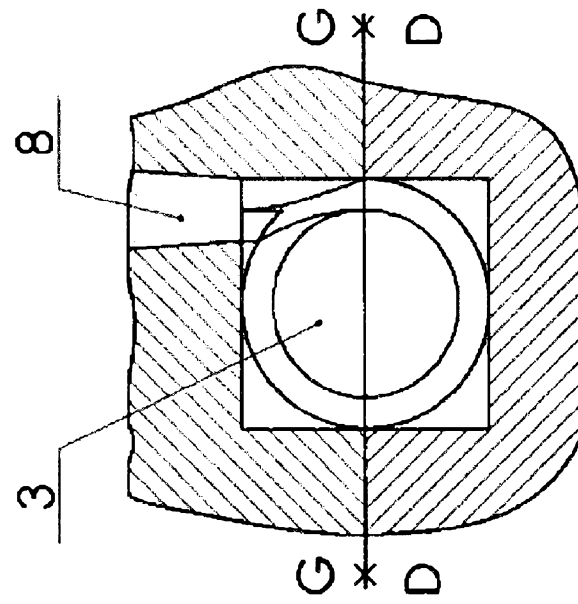


Fig. 4

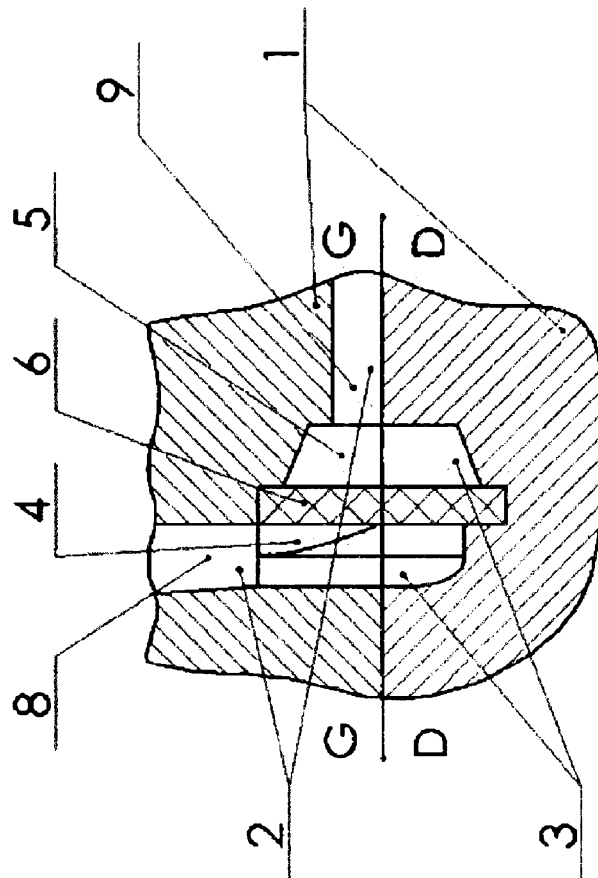


Fig. 3