

Wielowarstwowa powłoka ochronna na piaskowe formy i rdzenie odlewnicze oraz sposób jej otrzymywania

Przedmiotem wynalazku jest wielowarstwowa powłoka ochronna na piaskowe formy i rdzenie odlewnicze silnie obciążane cieplnie i mechanicznie, szczególnie formy wielkogabarytowe oraz sposób jej otrzymywania, znajdująca zastosowanie przy wykonywaniu odlewów ze stopów żelaza.

Powłoki ochronne nanosi się na powierzchnię wnętrza formy lub rdzenia w celu zabezpieczenia przed przypaleniem masy formierskiej do odlewu, poprawienia jakości powierzchni odlewu i zabezpieczenia przed penetracją ciekłego metalu w głąb formy lub rdzenia oraz zmniejszenia chropowatości powierzchni otrzymanego odlewu. Powłoki do nanoszenia mają postać stałą (sproszkowaną), ciekłą lub występują w formie pasty. Na formy do odlewania żeliwa i staliwa stosuje się głównie powłoki ciekłe, w których rozpuszczalnikiem jest alkohol, najczęściej alkohol izopropylowy lub woda. Powłoki te są suszone przez odparowanie lub wypalenie rozpuszczalnika.

Istnieje wiele rozwiązań w zakresie sposobów wytwarzania powłok ochronnych, ich składów chemicznych i materiałowych, sposobów nanoszenia. Z opisu patentowego PL 161276 B1 znane jest pokrycie ochronne na piaskowe formy i rdzenie odlewnicze przeznaczone do odlewania żeliwa, które składa się z materiału ogniotrwałego, nośnika w postaci glinki ogniotrwałej lub zmielonego bentonitu, spoiwa w postaci żywic syntetycznych i rozpuszczalnika, którym jest woda lub alkohol. Pokrycie to nanosi się na rdzenie lub formy na przykład przez malowanie pędzlem, natryskiwanie, względnie zanurzanie.

W zgłoszeniu CN104084530 (A) ujawniono proces wytwarzania powłoki ochronnej na bazie wody do powlekania formy odlewniczej do odlewania żeliwa, który charakteryzuje się tym, że do wstępnie przetworzonego bentonitu, glinokrzemianu i poliactanu winylu dodaje się wodę. Zawiesinę poddaje się mieszaniu i wprowadza się środki: odpieniający, powierzchniowo-czynny, zagęszczający i upłynniający, a następnie mieszając dodaje się kolejno: boksyt, mulit, proszek kwarcowy, krystaliczny grafit płatkowy i brązowy tlenek glinu.

W polskim opisie patentowym PL 233393 B1 ujawniono skład powłoki ochronnej na piaskowe formy i rdzenie odlewnicze oraz sposób jej otrzymywania. Powłoka ochronna składa się z materiału ogniotrwałego, ze zmielonego bentonitu w ilości 1 - 3% masowych, spoiwa w postaci krzemionki koloidalnej w ilości 2 - 5% masowych, czynnika powierzchniowo-aktywnego w postaci polimeru aromatycznego z grupą sulfonową w ilości 0,02 - 0,40% masowych oraz rozpuszczalnika w postaci wody w ilości 30 - 50% masowych. W skład materiału ogniotrwałego wchodzi następujące składniki podane w ilości w stosunku do masy powłoki: 0,4 - 1% grafitu amorficznego, 20 - 30% mączki cyrkonowej, 30 - 40% krzemianu magnezu oraz 0,2 - 2% tlenku żelaza (III).

Na powierzchnię wielogabarytowej formy, z uwagi na dużą skłonność do wnikania metalu w głąb formy pod wpływem dużego ciśnienia, najczęściej nanosi się kilka warstw powłoki ochronnej o tym samym składzie lub buduje się wielowarstwową powłokę o różnym składzie każdej warstwy. W miarę zwiększania grubości wielowarstwowej powłoki na formie piaskowej zwiększa się skłonność do tworzenia pęknięć tych warstw, co staje się przyczyną powstawania wad powierzchni odlewów wywołanych wnikaniem metalu w szczeliny pęknięć i pod warstwę powłoki, co pogarsza estetykę powierzchni odlewów.

Przykładowo rozwiązania takie przedstawione są w opisach wynalazków JPS1186144A oraz JPS58176050A.

Celem wynalazku było opracowanie wielowarstwowej powłoki ochronnej i sposobu jej otrzymywania przeznaczonej na piaskowe formy i rdzenie odlewnicze silnie obciążane cieplnie i mechanicznie, szczególnie formy wielogabarytowe do wykonywania odlewów ze stopów żelaza, które eliminują wady znanych wielowarstwowych powłok.

Wielowarstwowa powłoka ochronna na piaskowe formy i rdzenie odlewnicze według wynalazku składa się co najmniej z dwóch warstw, przy czym pierwszą warstwę, nanoszoną bezpośrednio na powierzchnię formy lub rdzenia, stanowi ciekła masa ceramiczna, składająca się z osnowy w postaci proszków materiału ogniotrwałego w ilości 55 - 73 % masowych, ze spoiwa w

postaci krzemionki koloidalnej w ilości 5 - 8% masowych, z rozcieńczalnika w postaci alkoholu lub wody w ilości nadającej lepkość określoną w kubku Forda około 20 sekund, bentonitu w ilości około 1% masowych oraz ewentualnie niewielkich ilości środków powierzchniowo-czynnych w ilości 0 - 1,0%, a drugą - włóknina lub siatka ceramiczna o grubości poniżej 5 μm .

Korzystnym jest, że powłoka ochronna zawiera dodatkową warstwę z ciekłej masy ceramicznej nałożoną na warstwę z włókniny lub siatki ceramicznej.

Jako materiał włókniny lub siatki ceramicznej stosuje się włókna szklane, cyrkonowe, bazaltowe.

Sposób otrzymywania wielowarstwowej powłoki ochronnej na piaskowe formy i rdzenie odlewnicze według wynalazku polega na tym, że najpierw na powierzchnię formy lub rdzenia nanosi się warstwę ciekłej masy ceramicznej, składającej się z osnowy w postaci proszków materiału ogniotrwałego w ilości 55 - 73 % masowych, ze spoiwa w postaci krzemionki koloidalnej w ilości 5 - 8% masowych, z rozcieńczalnika w postaci alkoholu lub wody w ilości nadającej lepkość określoną w kubku Forda około 20 sekund, bentonitu w ilości około 1% masowych oraz ewentualnie niewielkich ilości środków powierzchniowo-czynnych w ilości 0 - 1,0%. Następnie bezpośrednio po jej naniesieniu, na niewyschniętą warstwę masy ceramicznej nakłada się pojedynczą warstwę włókniny lub siatki ceramicznej, którą dociska się mechanicznie do pierwszej warstwy. Ilość nakładanych naprzemiennie warstw dostosowuje się do potrzeb otrzymywanego odlewu i jakości powierzchni piaskowej formy lub rdzenia.

Korzystnym jest, aby dla podwyższenia wytrzymałości mechanicznej i termicznej odporności powłoki ochronnej, po wstępnym wysuszeniu na powierzchni włókniny lub siatki ceramicznej nanosi się dodatkową cienką warstwę masy ceramicznej.

Włóknina lub siatka ceramiczna, przez mechaniczne dociśnięcie do ciekłej warstwy masy ceramicznej, zostaje nasiąknięta na wskroś ciekłą masą ceramiczną i zespala się z nią, tworząc co najmniej dwuwarstwową powłokę ochronną na powierzchni formy lub rdzenia piaskowego.

Zaletą wielowarstwowej powłoki ochronnej otrzymanej według wynalazku jest jej większa odporność na obciążenia cieplne i mechaniczne, większa zdolność do nadawania wysokiej gładkości powierzchni odlewów oraz zdolność do łatwego oddzielania się wybijanego odlewu od powierzchni formy lub rdzenia po jego wystygnięciu i wybiciu z formy. Ponadto zastosowanie powłoki ze zbrojącą włókniną lub siatką ceramiczną eliminuje pękanie powłoki ochronnej i wnikanie w pęknięcie ciekłego metalu, znacznie ogranicza przenikanie gazów z formy lub rdzenia, które wykonane są z masy ze spoiwami chemicznymi, do odlewu, co skutkuje zmniejszeniem ilości wad odlewniczych pochodzenia gazowego, takich jak: pęcherze wewnętrzne i zewnętrzne, nakłucia, porowatość gazowa itp.

Przykład 1. Na powierzchnię formy piaskowej, której całkowita wysokość wynosiła 400 mm, wykonanej z masy formierskiej składającej się masowo z: osnowy, zawierającej regenerat piasku kwarcowego w ilości 85% i piasek świeży w ilości 15% oraz żywicy furanowej o nazwie handlowej Furanol FR75A dodanej w ilości 1,0% w stosunku do ilości osnowy i utwardzacza w postaci kwasu paratoluenosulfonowego o nazwie handlowej PU5 dodanego w ilości 0,6% w stosunku do ilości osnowy, naniesiono powłokę ochronną, składającą się z trzech warstw, przy czym ciekłe warstwy nanoszono techniką malowania pędzlem. Pierwszą warstwę stanowiła ciekła masa ceramiczna (CMC), składająca się z osnowy w postaci mączki cyrkonowej w ilości 70% masowych, spoiwa w postaci krzemionki koloidalnej w ilości 8% masowych, rozcieńczalnika w postaci alkoholu izopropylowego w ilości 21% masowych oraz bentonitu w ilości 1% masowych, na którą bezpośrednio po naniesieniu nałożono warstwę szklanej włókniny o grubości 4,5 μm i gramaturze 50 g/m^2 . Włókninę zespolono z warstwą ciekłej masy ceramicznej i powierzchnią formy techniką docisnięcia. Na powierzchnię włókniny, po wstępnym jej wysuszeniu w temperaturze około 20°C przez okres 10 minut, naniesiono kolejną ciekłą warstwę wykonaną na bazie alkoholu izopropylowego o nazwie handlowej PCM2 – VK5, która charakteryzuje się lepkością określoną Kubkiem Forda wynoszącą 20 sekund wypływu z kubka z otworem wypływu 4,0 mm. Uży-

skana na powierzchni formy piaskowej trójwarstwowa powłoka ochronna o grubości około 250 μm . Po wyschnięciu powłoki ochronnej formę zalano żelazem szarym, które wg obowiązujących norm odpowiada gatunkowi EN GJL 250 przy zachowaniu temperatury zalewania $T_{\text{zal}} = 1440^{\circ}\text{C}$. Dla porównania równolegle wykonano w tych samych warunkach odlew w drugiej referencyjnej formie, na której powierzchnię naniesiono dwuwarstwową powłokę ochronną, wykonaną z ciekłej masy ceramicznej o składzie podanym powyżej. Uzyskana powierzchnia odlewu wykonanego z zastosowaniem trójwarstwowej powłoki ochronnej według wynalazku charakteryzowała się bardzo wysoką jednorodnością struktury powierzchni, małą chropowatością, a wartość parametru R_a , który opisuje ilościowo chropowatość powierzchni odlewów wynosiła: $R_a < 10 \mu\text{m}$ i była to chropowatość mniejsza niż w przypadku odlewu referencyjnego, dla którego wartość parametru chropowatości mieściła się w przedziale: $12 < R_a < 15 \mu\text{m}$. Ponadto, w odróżnieniu od powierzchni odlewu referencyjnego, na powierzchni odlewu wykonanego z użyciem trójwarstwowej powłoki ochronnej nie było śladów po nanoszeniu pędzlem powłoki, co nadaje dużą gładkość powierzchni, podnosi jej walory estetyczne po wybiciu odlewu z formy.

Przykład 2. Na powierzchnię formy piaskowej, której całkowita wysokość wynosiła 700 mm, wykonanej z masy formierskiej, składającej się masowo z: osnowy, zawierającej regenerat piasku kwarcowego w ilości 85% i piasek świeży w ilości 15% oraz żywicy furanowej o nazwie handlowej Furanol FR75A dodanej w ilości 1,0% w stosunku do ilości osnowy i utwardzacza w postaci kwasu paratoluenosulfonowego o nazwie handlowej PU5 dodanego w ilości 0,6% w stosunku do ilości osnowy, naniesiono powłokę ochronną, składającą się z czterech warstw, przy czym ciekłe warstwy nanoszono techniką malowania pędzlem. Pierwszą warstwę stanowiła ciekła masa ceramiczna (CMC), składająca się z osnowy w postaci mączki cyrkonowej w ilości 65% masowych, spoiwa w postaci krzemionki koloidalnej w ilości 8% masowych, rozcieńczalnika w postaci alkoholu izopropylowego w ilości 25,5% masowych oraz bentonitu w ilości 1,5% masowych, na którą bezpośrednio po naniesieniu

nałożono warstwę szklanej włókniny o grubości $4,5 \mu\text{m}$ i gramaturze 50 g/m^2 . Lepkość ciekłej masy ceramicznej określona Kubkiem Forda wynosiła 18 sekund wypływania z kubka przez otwór $d = 4,0 \text{ mm}$. Włókninę zespolono z warstwą ciekłej masy ceramicznej i powierzchnią formy techniką dociśnięcia przy pomocy wałka malarskiego. Na powierzchnię włókniny, po wstępnym jej wysuszeniu w temperaturze około 20°C przez okres 10 minut, naniesiono kolejną cienką warstwę masy ceramicznej wykonaną na bazie alkoholu izopropylowego o nazwie handlowej PCM2 – VK5, która cechowała się lepkością wynoszącą 20 sekund wypływania z kubka z otworem wypływu $4,0 \text{ mm}$. Bezpośrednio po naniesieniu warstwy ciekłej masy PCM2 na powierzchnię formy naniesiono drugą warstwę z włókniny użytej do wytworzenia drugiej warstwy i zespolono ją przez dociśnięcie z wcześniejszymi warstwami. Uzyskano na powierzchni formy piaskowej czterowarstwową powłokę ochronną o grubości około $300 \mu\text{m}$. Po wyschnięciu powłoki ochronnej formę zalano żeliwem szarym gatunku EN GJL 250 przy zachowaniu temperatury zalewania $T_{\text{zai}} = 1460^\circ\text{C}$. Dla porównania równolegle wykonano w tych samych warunkach odlew w drugiej referencyjnej formie, na której powierzchnię naniesiono trójwarstwową powłokę ochronną, wykonaną z ciekłej masy ceramicznej o składzie podanym powyżej. Uzyskana powierzchnia odlewu wykonanego z zastosowaniem czterowarstwowej powłoki ochronnej według wynalazku charakteryzowała się bardzo wysoką jakością, na którą składała się wysoka jednorodność struktury powierzchni, małą chropowatością, a wartość parametru R_a , nie przekraczała zakresu $R_a < 10 \mu\text{m}$ i była to chropowatość mniejsza niż w przypadku odlewu referencyjnego, dla którego wartość parametru chropowatości mieściła się w przedziale: $15 < R_a < 20 \mu\text{m}$. Na powierzchni odlewu wykonanego z użyciem czterowarstwowej powłoki ochronnej w odróżnieniu od powierzchni odlewu z formy referencyjnej nie było śladów po nanoszeniu pędzlem powłoki i śladów pęknięć i mikropęknięć powłoki.

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
PEŁNOMOCNIK

mgr inż. Elżbieta Postolek
Elżbieta Postolek
rzecznik patentowy