



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 28.08.1973 (P. 164892)

Pierwszeństwo: 01.11.1972 Stany Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 02.09.1974

Opis patentowy opublikowano: 30.08.1977

MKP B22d 27/20

Int. Cl.² B22D 27/20

CZYTELNIĄ

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: William Henry Moore, Westport (Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób wytwarzania odlewów z żeliwa sferoidalnego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania odlewów z żeliwa sferoidalnego.

Znane są sposoby wytwarzania żeliwa sferoidalnego, w których do stopionego metalu dodaje się w dostatecznej ilości któregośkolwiek ze znanych lub mieszaninę znanych pierwiastków modyfikujących zwłaszcza stop ceru, magnezu i wapnia, w celu zmniejszenia zawartości siarki do niewielkiej wartości oraz pozostawienia w stopionym metalu szczątkowych ilości modyfikatorów jako zarodków krystalizacji grafitu w postaci kulistej

Większość sposobów stosowanych obecnie w praktyce polega na odsiarczaniu stopionego metalu w celu zmniejszenia kosztów wytwarzania, poprawy konsystencji i umożliwienie wytworzenia żeliwa sferoidalnego o mniejszym skurczu i podatności na wystąpienie wad.

Niedogodnością sposobu, w którym stosuje się magnez jako czynnik steroidujący jest ułatwianie się magnezu z metalu zmniejszające stopień sferoidyzacji. Ponadto, na skutek stosowania stopów krzemowych, które ma miejsce w większości znanych sposobów wytwarzania żeliwa sferoidalnego, produkt końcowy zawiera wolny cementyt, nieskrzalny i kruchy. Dlatego do stopionego metalu dodaje się magnez w nadmiarze obliczonym na jego ułatwianie się i przeprowadza sferoidyzację żeliwa w możliwie krótkim czasie, aby zapobiec pogorszeniu się stopnia sferoidyzacji. Nadmiar czynnika sferoidyzującego powiększa wady odlewnicze ze-

2

liwa przez tworzenie się żużla i większy skurcz. Powiększa również koszty wytwarzania żeliwa sferoidalnego. Dodanie stopów sferoidyzujących zwłaszcza zawierających magnez wywołuje silne, ekologicznie szkodliwe zjawiska pirotechniczne, które ze względu na ich gwałtowny przebieg trudno kontrolować ilościowo.

Proponowano wiele sposobów dla uniknięcia tych głównych niedogodności wytwarzania żeliwa sferoidalnego i niektóre z nich pod pewnymi względami były udane, ale do ograniczonego stopnia.

Jeden ze znanych sposobów polega na tym, że stosuje się stop krzemowy jako czynnik grafityzujący lub stop sferoidyzujący albo oba równocześnie dodając do żeliwa bezpośrednio w układzie wlewowym. Na skutek tego, że składniki te podaje się w ostatnim możliwym momencie, to jest w czasie operacji odlewania, eliminuje się efekty pirotechniczne oraz wady strukturalne.

Sposób polegający na dodawaniu do formy stopów sferoidyzujących, zwłaszcza zawierających magnez, ma wiele wad rzutujących na strukturę odlewu i znacznie ograniczających możliwość jego rozpowszechnienia.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wytwarzania odlewów z żeliwa sferoidalnego o wysokiej ciągliwości, który nie ma wad i niedogodności występujących w znanych sposobach sferoidyzacji w formach.

Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że do żeliwa w kadzi odlewniczej dodaje się stop zawierający pierwiastki ziem rzadkich w ilości 0,1—1,2% oraz pierwiastki ziem alkalicznych w ilości 0,01—1%, a następnie żeliwo odlewa się do formy zawierającej co najmniej jedną komorę, w której umieszcza się zaprawę magnezową w ilości 0,125—1,25% wagowych w odniesieniu do ciężaru odlanego żeliwa.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ wlewowy formy dla trzech odlewów probierczych w widoku perspektywicznym, fig. 2 — fotomikrogram struktury odlewu wykonanego przy zastosowaniu drugiego zabiegu według wynalazku z odlewu probierczego 1, fig. 3 — fotomikrogram struktury odlewu wykonanego przy zastosowaniu drugiego zabiegu sposobu według wynalazku z odlewu probierczego 3.

Układ wlewowy dla formy trzech odlewów probierczych 1, 2, 3, zawiera wlew 10, połączony z komorą 9, w której umieszcza się stop magnezowy. Komora 9 połączona jest z odżuzlaczem 8 i kanałem rozprowadzającym 7. Odlewy probiercze 1, 2, 3 połączone są z kanałem rozprowadzającym 7 za pomocą kanałów doprowadzających 4, 5, 6.

Na fig. 2 i 3 przedstawiono fotomikrogramy struktur próbek metalograficznych odlewów 1 i 3 odlanych przy zastosowaniu drugiego zabiegu sposobu według wynalazku. Struktura przedstawiona na fig. 2 pochodzi z części środkowej odlewu 1 a struktura pokazana na fig. 3 z części środkowej odlewu 3. Struktura części środkowej odlewu 2 jest zasadniczo taka sama jak struktura przedstawiona na fig. 2 i 3.

Struktura żeliwa przedstawionego na fig. 2 i 3 składa się z osnowy 1 ferrytycznej oraz kuleczek 2 grafitu.

Sposób według wynalazku polega na tym, że stosuje się obróbkę wstępną żeliwa w kadzi odlewniczej przed odlaniem żeliwa do formy zawierającej stop magnezu, która zapobiega powstawaniu niejednorodności w odniesieniu do zawartości magnezu. Obróbka wstępna żeliwa eliminuje efekty pirotechniczne i ułatwia się modyfikatora w czasie odlewania żeliwa do formy oraz umożliwia wytwarzanie odlewu jednorodnego o dobrych własnościach.

Sposób według wynalazku polega na tym, że topi się i odsiarcza żeliwo, a następnie dodaje się do żeliwa w kadzi wybrany modyfikator o małej wybuchowości i dużej odporności na ulatnianie się, po czym żeliwo odlewa się do formy, której układ wlewowy ma komorę zawierającą stop krzemowo-magnezowy.

Każdy z tych zabiegów jest niezbędną częścią sposobu według wynalazku, i o ile każdy z tych zabiegów będzie przeprowadzany właściwie, otrzyma się produkt końcowy o korzystnych własnościach.

Podczas pierwszego zabiegu sposobu według wynalazku topi się żeliwo o składzie typowym dla żeliwa przeznaczonego do sferoidyzacji i małej zawartości siarki. Żeliwo takie zawiera 3,30 do 4% węgla, 1,0 do 3,0% krzemu, 0,20 do 1,0% magnezu,

0,02 do 0,10% fosforu i 0,005 do 0,06% siarki. Do celów specjalnych można również stosować żeliwo, które posiada inny skład. Żeliwo może też zawierać takie składniki stopowe jak nikiel, molibden lub miedź nadające mu określone własności. Żeliwo powinno posiadać skład, w odniesieniu do zawartości węgla i krzemu, zbliżony do punktu eutektycznego określony zawartością węgla od 4 do 4,6%. W praktyce właśnie takie żeliwa stosuje się na żeliwa sferoidalne. Korzystnie wielkość zabielenia żeliwa w znormalizowanej próbie klinowej jest mniejsza od 6,5 mm. Żeliwo topi się w piecu elektrycznym, w żeliwiaku lub w piecu płomieniowym o wykładzinie kwaśnej lub zasadowej w zależności od rodzaju. Żeliwo do sferoidyzacji powinno zawierać małą ilość siarki, a początkowa dopuszczalna zawartość siarki jest uzależniona od rodzaju stosowanych środków odsiarczających. Mimo, że w czasie drugiego zabiegu dodaje się modyfikator i redukuje się zawartość siarki poniżej 0,02% zwykle uprzednio zmniejsza się zawartość siarki za pomocą tańszych środków. Korzystnie zawartość siarki przed rozpoczęciem drugiego zabiegu sposobu według wynalazku zmniejsza się do poniżej 0,025% a nawet 0,015%, stosując najkorzystniej węgiel wapniowy oraz stosując wsad porowaty w celu wymieszania żeliwa.

Najistotniejszym w sposobie według wynalazku jest drugi zabieg i o ile przeprowadzi się go właściwie, sferoidyzacja żeliwa w układzie wlewowym formy będzie skuteczna. Korzystnie jest, jeśli żeliwo w kadzi doprowadza się do stanu, który umożliwia łagodny przebieg sferoidyzacji w formie i otrzymanie bardziej jednorodnego odlewu.

Drugi zabieg sposobu według wynalazku polega na tym, że do żeliwa w kadzi dodaje się składnik zawierający pierwiastki ziem rzadkich, a zwłaszcza cer i pierwiastki ziem alkalicznych, a zwłaszcza wapń, w celu zmiany stopnia zabielenia żeliwa do wartości odpowiadającej początkowemu zabieleniu kapieli. Korzystnie dąży się do znacznego zwiększenia stopnia zabielenia żeliwa.

Są dwa powody ku temu. Pierwszy z nich polega na tym, że cer i wapń nie zwiększają stopnia zabielenia zanim całkowicie nie zneutralizują zawartości siarki. Po zneutralizowaniu siarki cer i wapń łączą się w nietrwałe węgliki zwiększając stopień zabielenia. Ponieważ stopień zabielenia daje się stwierdzić szybko i łatwo można więc ustalić czy żeliwo jest właściwie przygotowane do sferoidyzacji. Ma to istotne znaczenie w sposobie według wynalazku. Cer i wapń wprowadza się najkorzystniej do żeliwa pod postacią krzemku i fluorku ceru. W niektórych przypadkach dodaje się również magnez w małej ilości, lecz nie jest to takie istotne dla podwyższenia stopnia zabielenia żeliwa, jak dodanie ceru w dostatecznej ilości.

Korzystnie jest jeśli stopień zabielenia kapieli stwierdzony za pomocą znormalizowanej próby klinowej, w której stosuje się klin o kącie ostrza wynoszącym 28° i grubości podstawy równej 12,70 mm, wynosi nie więcej niż 6,5 mm. Dodawanie ceru i wapnia powyżej tej wartości zabielenia powoduje powstawanie w żeliwie trwałych węglików w miejsce węglików nietrwałych. Węgliki trwałe

mają niekorzystny wpływ na strukturę odlewu. Aby zapewnić występowanie węglików nietrwałych w żeliwie sferoidyzowanym, stosuje się żeliwo wyjściowe o dużej zawartości grafitu w postaci wolnej, o małym stopniu zabielenia i następnie dodaje się do niego cer i wapń w celu zwiększenia stopnia zabielenia. Korzystnie jest, jeśli stopień zabielenia żeliwa wyjściowego wynosi 0,8 do 3,2 mm chociaż może być również używane żeliwo o stopniu zabielenia wynoszącym 6,35 mm.

W drugim zabiegu do kąpieli dodaje się cer i wapń dopóty, dopóki stopień zabielenia nie zwiększy się co najmniej o 50% ale nie więcej niż 150% wzrastając w stopniach zabielenia od zakresu 0,8—6,5 mm odpowiednio do zakresu wynoszącego 1,2—19,1 mm. Jeśli początkowy stopień zabielenia wynosił 1,6 mm po zwiększeniu zabielenia wyniesie 2,4 do 4,8 mm. W tym przypadku stopień zabielenia żeliwa zwiększa się o 100%, aby uniknąć błędów pomiaru stopnia zabielenia. Zwykle dodaje się dostateczną ilość wapnia i ceru do podwojenia stopnia zabielenia względem początkowego stopnia zabielenia, jaki miała kąpiel przed ich dodaniem.

Najkorzystniej w kąpiel o stopniu zabielenia 3,2 mm w drugim zabiegu sposobu według wynalazku zwiększają się stopień zabielenia żeliwa cerem i wapniem do 6,5 mm i więcej.

Typowa mieszanina stosowana w drugim zabiegu sposobu według wynalazku zawiera 80% krzemu i 20% związku z pierwiastkiem ziem rzadkich (fluorek ceru). Ilość, która zwiększyłaby stopień zabielenia żeliwa dożądanego, mieści się lub przekracza zakres od 0,125% do 1,125%, a korzystnie wynosi 0,75% w zależności od zawartości siarki w kąpiel. Innym stosowanym pierwiastkiem ziem rzadkich jest neodym, a pierwiastkiem ziem alkalicznych odpowiednio bar.

Trzeci zabieg sposobu według wynalazku polega na tym, że odlewa się żeliwo, otrzymane podczas drugiego zabiegu według wynalazku, do formy której układ wlewowy zawiera komorę, w której znajduje się żelazokrzemowa zaprawa magnezowa. Metal przepływając do formy przez układ wlewowy rozpuszcza zaprawę magnezową. Po rozpuszczeniu się zaprawy w żeliwie powstaje struktura sferoidalna, którą cechuje liczba małych kuleczek grafitowych w osnowie zasadniczo ferrytycznej przy całkowitym braku twardych i kruchych węglików. Roztwór stały magnezu w żeliwie może różnić się stężeniem w różnych częściach odlewu, lecz na skutek właściwego przygotowania żeliwa podczas pierwszego i drugiego zabiegu sposobu według wynalazku, warunek jednorodności odlewu co do zawartości magnezu staje się mniej istotny, umożliwiając uzyskanie jednakowych własności mechanicznych i struktury w całym odlewie.

Bez kondycjonowania żeliwa zastosowanie trzeciego sposobu według wynalazku doprowadziłoby do powstania w odlewie niejednorodnej struktury niedopuszczalnej z handlowego punktu widzenia.

Do przeprowadzenia trzeciego sposobu według wynalazku stosuje się formę z układem wlewowym zaopatrzonym w znany odżuźlacz. Odżuźlacz zawiera zbiornik żeliwa oraz rdzeń odżuźlający, który uniemożliwia przedostawanie się zanieczyszczeń oraz

produktów reakcji do formy. Wielkość zbiornika zależna jest od ilości zaprawy magnezowej umieszczonej w komorze.

Korzystne jest, jeśli wielkość komory jest taka, że stop zajmuje objętość większą niż 25% a mniejszą niż 50% objętości komory. Zapewnia to równomierne rozpuszczenie się zaprawy magnezowej w żeliwie w czasie odlewania. Natężenie przepływu metalu zależy od wielkości przekroju górnej części odżuźlacza, w której jest umieszczony rdzeń odżuźlający, i wynosi zgodnie z praktyką odlewniczą zasadniczo 1:1,25 razy pierwiastek kwadratowy z wagi odlewane go metalu. Zaprawę zawierającą krzem i magnez stosuje się w postaci ziaren o wielkości od 3,18 do 6,35 mm, ponieważ stwierdzono, że ziarna o tej wielkości rozpuszczają się jednorodnie. Zaprawę magnezowo-krzemową można zastąpić zaprawą magnezowo-niklową. Ilość dodawanej zaprawy zależy od czasu odlewania i zasadniczo wynosi tyle, aby zawartość magnezu w odlewie była nie mniejsza niż 0,01% wagowych i nie przekraczała 0,10% wagowych. Podaje się więc większą ilość magnezu wynoszącą korzystnie 0,04% do 0,20% wagowych. Początkowa ilość krzemu lub niklu powinna wynosić od 0,10% do 1,0% wagowych.

Stwierdzono, że te ilości magnezu i krzemu dają najlepsze wyniki w większości przypadków. O ile odlew jest skomplikowany i odlewany wolno w kilku punktach równocześnie, stosuje się kilka komór i odżuźlaczy. Układ wlewowy formy dobiera się zasadniczo w zależności od geometrii odlewu. Stosowanie większej liczby odżuźlaczy w sposobie według wynalazku przestaje być istotne, na skutek kondycjonowania żeliwa, jakie przeprowadza się w drugim zabiegu. Bez wstępnego kondycjonowania żeliwa niejednorodności w roztworze stałym byłyby tak znaczne, że odlew byłby wadliwy.

Na skutek zastosowania drugiego zabiegu wpływ trzeciego zabiegu sposobu według wynalazku na jakość odlewów został znacznie ograniczony.

Przykład. W formie zawierającej trzy wnęki odlano próbki takie jak na fig. 1 i po przeprowadzeniu badań stwierdzono, że żeliwo zawierało 3,80% węgla, 1,92% krzemu, 0,35% magnezu, 0,03 fosforu i 0,03% siarki. Do odsiarczenia żeliwa stosowano 1% węglika wapniowego, przy czym żeliwo mieszano za pomocą gazu w postaci azotu. Zawartość siarki zredukowano do 0,01%. Stopień zabielenia kąpieli mierzonej za pomocą próby klinowej, w której stosowano klin o kącie ostrza równym 28° i grubości podstawy równej 12,70 mm, wyniósł 2,4 mm. Następnie dodano do kąpieli mieszaninę zawierającą 80% krzemu wapniowego i 20% fluorków pierwiastków ziem rzadkich, w ilości 0,625% ceru. Zawartość siarki zredukowano na skutek tego do 0,005%, a stopień zabielenia wzrósł do 5,6 mm. Następnie żeliwo odlano do formy, przy czym w komorze układu wlewowego umieszczono 0,5% wagowych zaprawy zawierającej 10% magnezu i 40% krzemu w postaci ziaren o wielkości do 3,18 mm. Próbkę oznaczono jak na fig. 1 i odpowiednio 1, 2, 3 i po przeprowadzeniu badań otrzymano wyniki zestawione na tablicy.

Tablica

Prób- ka	Wytrzymałość na rozciąganie N/m ²	Wydłu- żenie	Zawar- tość krze- mu %	Zawar- tość ma- gnezu %
1	518,88 · 10 ³	21,50	2,52	0,032
2	527,16 · 10 ³	21,90	2,44	0,023
3	516,81 · 10 ³	22,60	2,36	0,019

Otrzymane wyniki wskazują na niejednorodną zawartość magnezu i krzemu w roztworze stałym. Zawartość krzemu i magnezu w próbce 3 jest niższa niż w próbce 1. Wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie próbek mają wysokie wartości, akceptowane w handlu.

Sposób według wynalazku, a zwłaszcza wstępne kondycjonowanie żeliwa podczas drugiego zabiegu pozwala na usunięcie niejednorodności i poprawę własności mechanicznych żeliwa. Strukturę próbek 1, 2, 3 cechują małe, właściwie ukształtowane kulczki grafitu w osnowie ferrytycznej.

Sposób według wynalazku sprawdzono wykonując wiele odlewów, które charakteryzowała wyjątkowa jednorodność. Strukturę odlewów wykonanych sposobem według wynalazku cechuje osnowa ferrytyczna, ale po dodaniu do żeliwa wyjściowego pierwiastków takich jak cyna lub miedź otrzymuje się strukturę perlityczną. Korzystnie, sposób według wynalazku stosuje się w przypadku, gdy odlew ma cechować znaczne wydłużenie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania odlewów z żeliwa sferoidalnego, polegający na stopieniu żeliwa zawierającego 3,3—4% węgla, 1—3% krzemu, 0,2—1% magnezu, 0,02—0,1% fosforu i 0,005—0,06% siarki i posiadającego stopień zabielenia mierzony za pomocą znormalizowanej próby klinowej nie większy niż 6,3 mm, odlaniu żeliwa do kadzi, a następnie do formy zawierającej komorę pośrednią, w której umieszcza się zaprawę magnezową, **znamienny tym**, że do żeliwa w kadzi odlewniczej dodaje się stop zawierający pierwiastki ziem rzadkich w ilości 0,1—1,2% oraz pierwiastki ziem alkalicznych w ilości 0,01—1%, a zaprawę magnezową umieszcza się w komorze w ilości 0,125—1,25% wagowych w odniesieniu do ciężaru odlanego żeliwa.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwiastki ziem rzadkich dodaje się w postaci ceru lub neodymu, a pierwiastki ziem alkalicznych w postaci wapnia lub baru.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że cer dodaje się w postaci fluorku ceru, a wapń w postaci krzemku wapnia.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zaprawę magnezową dodaje się w postaci stopu magnezowo-krzemowego lub stopu magnezowo-niklowego.

5. Sposób według zastrz. 1 albo 4, **znamienny tym**, że komorę (9) napełnia się zaprawą magnezową tak, że zajmuje nie mniej niż 25%, lecz nie więcej niż 50% objętości komory (9).

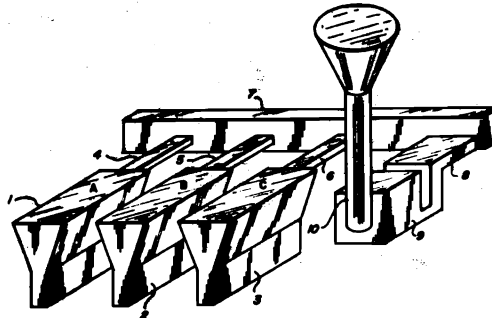


FIG. 1

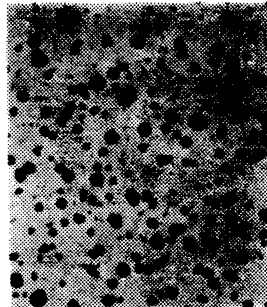


FIG. 2

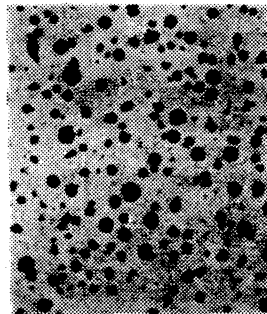


FIG. 3