

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **238590**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **430291**

(51) Int. Cl.

C22C 37/10 (2006.01)

C22C 37/04 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **24.06.2019**

(54)

Żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferytu

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

28.12.2020 BUP 27/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

13.09.2021 WUP 24/21

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

GRZEGORZ GUMIENNY, Łódź, PL

BARBARA KUROWSKA, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Anna Westrych

PL 238590 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferrytu otrzymywane bez obróbki cieplnej, zapewniającej uzyskanie odlewów o wysokiej odporności na zużycie adhezyjne.

Znane żeliwa sferoidalne ausferrytyczne charakteryzują się mikrostrukturą złożoną z grafitu sferoidalnego (inaczej zwanego kulkowym) oraz ausferrytu będącego mieszaniną ferrytu bainitycznego i wysokowęglowego austenitu. Austenit jest pożądanym składnikiem osnowy, ponieważ pod wpływem nacisku ulega umocnieniu w wyniku mechanizmu mikrobliźniakowania. Jego ilość w ausferrytyce waha się od około 10% (w ausferrytyce dolnym) do około 40% (w ausferrytyce górnym).

W znanych żeliwach sferoidalnych ausferryt uzyskuje się w wyniku obróbki cieplnej odlewów. Polega ona na nagrzaniu odlewu do temperatury austenitacji (ok. 900–950°C) i wytrzymaniu w tej temperaturze do przemiany wszystkich składników osnowy w austenit. Następnie odlew studzi się w kąpeli solnej z prędkością równą bądź większą od krytycznej w zakresie przemiany austenit → perlit do temperatury około 250–400°C i wytrzymuje izotermicznie.

Znane jest żeliwo sferoidalne ausferrytyczne otrzymywane na drodze obróbki cieplnej odlewów, które określa się mianem ADI (Austempered Ductile Iron – żeliwo sferoidalne hartowane z przemianą izotermiczną). Żeliwo to zawiera następujące pierwiastki w procentach masowych: 3,5–3,8% C, 2,4–2,7% Si, Mn ≤ 0,2%, P ≤ 0,045%, S ≤ 0,015%, 0,14–0,19% Mg, 0,4–0,6% Cu, 0,5–0,8% Ni oraz 0,15–0,25% Mo.

Z opisu zgłoszenia PL416959A1 znane jest żeliwo wermikularne o osnowie z ausferrytu i węglików, zawierające w procentach masowych: 3,38–3,98% C, 2,19–2,72% Si, 0,04–0,33% Mn, 1,50–2,18% Mo, 0,49–2,40% Cu, P < 0,06%, S < 0,03%, 0,013–0,023% Mg, Cr ≤ 0,43% oraz Fe jako resztę do 100%.

Żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferrytu, zawierające Fe, C, Si, Mn, Mo, Mg, Ni, Cu, P, S oraz opcjonalnie Al i V, charakteryzuje się tym, że zawiera w procentach wagowych: 3,4–3,9% C, 2,3–2,7% Si, 0,03–0,40% Mn, 1,50–2,5% Mo, 0,04–0,08% Mg, Ni < 3,5%, Cu < 2,90%, P < 0,05%, S < 0,021%, Al < 2,5%, V < 1,0%, i Fe jako resztę do 100%.

Grafit sferoidalny w żeliwie według wynalazku otrzymuje się metodą Inmold poprzez umieszczenie zaprawy sferoidyzująco-modyfikującej w układzie wlewowym formy odlewniczej. Żeliwo sferoidalne według wynalazku, zawierające Mo, Ni, Cu, Al, V ma osnowę złożoną z ausferrytu oraz ewentualnie węglików. Udział węglików można regulować poprzez odpowiednią kombinację stężenia pierwiastków grafityzujących (Al, Ni, Cu) oraz węglilotwórczych (Mo i V).

W żeliwie sferoidalnym o osnowie z ausferrytu według wynalazku mikrostrukturę ausferrytyczną uzyskuje się w stanie surowym, tj. bez stosowania obróbki cieplnej odlewów, przy czym żeliwo to zawiera pierwiastki, które po procesie azotowania powodują znaczny wzrost mikrotwardości warstwy wierzchniej.

Ze względu na rodzaj osnowy oraz podwyższoną po azotowaniu mikrotwardość warstwy wierzchniej, odlewy wykonane z żeliwa według wynalazku charakteryzują się wysoką odpornością na zużycie ścierne adhezyjne. Mikrostruktura odlewów pozwala na uzyskanie wysokich właściwości wytrzymałościowych przy stosunkowo wysokiej plastyczności. Ponadto, po procesie azotowania powstaje również twarda i odporna na zużycie adhezyjne warstwa dyfuzyjna o mikrotwardości podwyższonej w stosunku do rdzenia.

Przedmiot wynalazku ilustrują poniższe przykłady z powołaniem się na rysunek, na którym fig. 1a i 1b przedstawiają obrazy mikrostruktury żeliwa zawierającego 2,2% Mo i 2,9% Cu w odlewie o grubości ścianki, odpowiednio, 12,5 i 16 mm, fig. 2a i 2b przedstawiają obraz mikrostruktury żeliwa zawierającego 2,4% Mo, 2,9% Ni oraz 1,2% Al w odlewie o grubości ścianki, odpowiednio, 12,5 i 16 mm, natomiast fig. 3a i 3b przedstawiają mikrostrukturę żeliwa zawierającego 2,5% Mo, 2,7% Ni oraz 0,6% V w odlewie o grubości ścianki, odpowiednio, 12,5 i 16 mm.

Przykład 1

Przykład przedstawia żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferrytu, o składzie w procentach wagowych: 3,58% C, 2,48% Si, 0,03% Mn, 2,2% Mo, 2,9% Cu, 0,05% P, 0,021% S, 0,05% Mg, 0,01% Ni, reszta Fe. Z fig. 1a i 1b ilustrujących mikrostrukturę żeliwa zawierającego 2,2% Mo i 2,9% Cu wynika, że w żeliwie tym uzyskuje się ausferryt w odlewach o grubości ścianki od 12,5 do 16 mm.

Przykład 2

Przykład przedstawia żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferrytu, o składzie w procentach wagowych: 3,62% C, 2,50% Si, 0,03% Mn, 2,42% Mo, 2,92% Ni, 1,21% Al, 0,05% P, 0,021% S, 0,06% Mg,

0,01% Cu, reszta Fe. Z fig. 2a i 2b ilustrujących mikrostrukturę żeliwa zawierającego 2,42% Mo, 2,92% Ni i 1,21% Al wynika, że w żeliwie tym uzyskuje się ausferyt w odlewach o grubości ścianki od 12,5 do 16 mm.

Przykład 3

Przykład przedstawia żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferytu, o składzie w procentach wagowych: 3,59% C, 2,52% Si, 0,03% Mn, 2,49% Mo, 2,69% Ni, 0,65% V, 0,05% P, 0,021% S, 0,06% Mg, 0,01% Cu, reszta Fe. Z fig. 3a i 3b ilustrujących mikrostrukturę żeliwa zawierającego 2,49% Mo, 2,69% Ni i 0,65% V wynika, że w żeliwie sferoidalnym uzyskuje się ausferyt w odlewach o grubości ścianki od 12,5 do 16 mm.

Dodatkowo należy wskazać, że poszczególne rodzaje żeliwa, przedstawione w przykładach realizacji, wytapiano w piecu indukcyjnym firmy Elkon typu PI 30 o częstotliwości 3,8 kHz i pojemności 30 kg. Do wytapiania żeliwa użyto tygla ubijanego z masy typu MINRO SIL 1001 firmy Allied Mineral Products. Jako wsad zastosowano surówkę o składzie w procentach masowych: 3,91% C, 0,22% Si, 0,03% Mn, 0,072% P, 0,02% S, reszta Fe. Zawartość krzemu regulowano dodatkiem FeSi75. Jako dodatki stopowe w przykładzie 1 zastosowano technicznie czyste Mo i Cu w przykładzie 2 zastosowano Mo, Ni i Al, natomiast w przykładzie 3 zastosowano Mo, Ni i V. Żeliwo przegrzewano w piecu do temperatury z zakresu 1530–1550°C po to, aby temperatura ciekłego stopu w momencie zetknięcia z zaprawą sferoidyzująco-modyfikującą wynosiła 1460–1480°C. Sferoidyzację żeliwa przeprowadzono metodą Inmold w formie do wykonania odlewów próbnych, stosując zaprawę o następującym składzie w procentach wagowych: 44–48% Si, 5–6% Mg, 0,4–0,6% Ca, 0,25–0,40% La, 0,8–1,2% Al, reszta Fe. Komora reakcyjna i komora mieszania formy miały kształt kuli, której kształt powodował dobre mieszanie zaprawy z ciekłym żeliwem. Do pomiaru temperatury stygnącego i krystalizującego żeliwa zastosowano termoelement PtRh10-Pt w osłonce z rurki kwarcowej. Z żeliw otrzymanych w przykładach 1 i 2 wykonano odlewy w formie z wnąką w kształcie walców o wymiarach 25 x 100 mm oraz 32 x 100 mm, co odpowiada grubościom ścianek odlewów 12,5 mm i 15 mm – grubość ścianki = $\frac{1}{2}$ x średnica (fig. 1).

Mikrostrukturę żeliwa badano na zagładach trawionych nitałem przy powiększeniu x 500 na mikroskopie metalograficznym Eclipse MA200 firmy Nikon. Skład chemiczny żeliwa zbadano na spektrometrze emisyjnym ze wzbudzeniem iskrowym SPECTROMAXx firmy SPECTRO Analytical Instruments GmbH przy powiększeniu x 500.

Proces stygnięcia odlewu do temperatury otoczenia przebiegał w formie w spokojnym powietrzu. Następnie odlew wybito z formy, oczyszczono i odcięto układ wlewowy. Próbki w kształcie walca do badania składu chemicznego oraz badań metalograficznych pobrano z dolnych części odlewu.

Azotowanie przeprowadzono w piecu retortowym w temperaturze 550°C i czasie 8 h, w atmosferze zdysocjowanego amoniaku.

Zastrzeżenie patentowe

1. Żeliwo sferoidalne o osnowie z ausferytu, zawierające Fe, C, Si, Mn, Mo, Mg, Ni, Cu, P, S oraz opcjonalnie Al i V, **znamiennie tym**, że zawiera w procentach wagowych: 3,4–3,9% C, 2,3–2,7% Si, 0,03–0,40% Mn, 1,50–2,5% Mo, 0,04–0,08% Mg, Ni < 3,5%, Cu < 2,90%, P < 0,05%, S < 0,021%, Al < 2,5%, V < 1,0%, i Fe jako resztę do 100%.

Rysunki

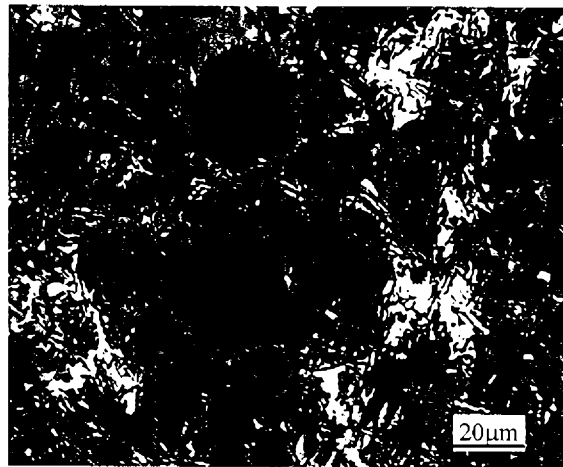


Fig. 1a



Fig. 1b

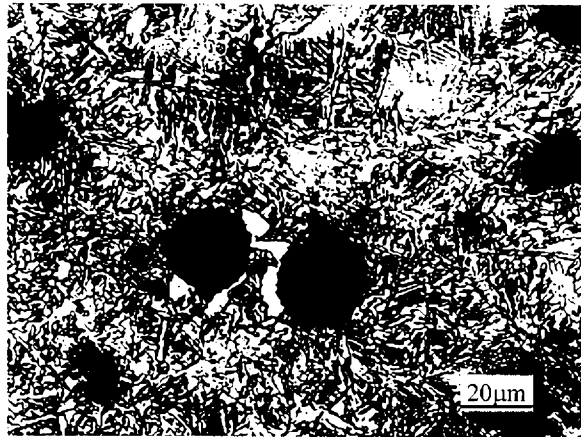


Fig. 2a

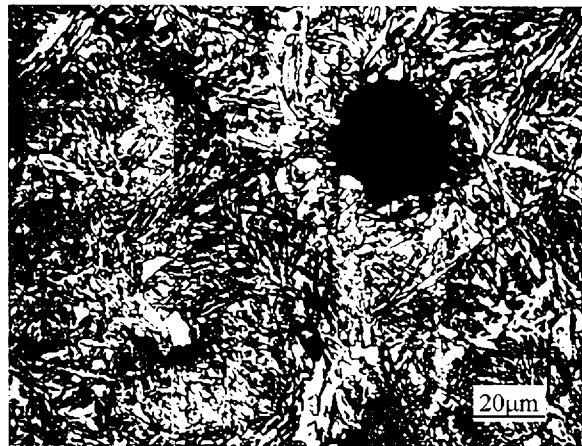


Fig. 2b

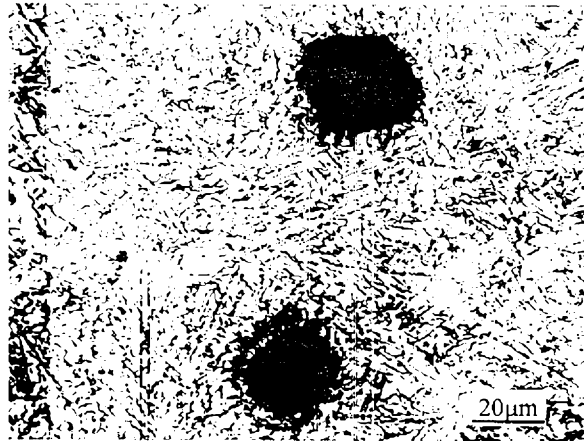


Fig. 3a

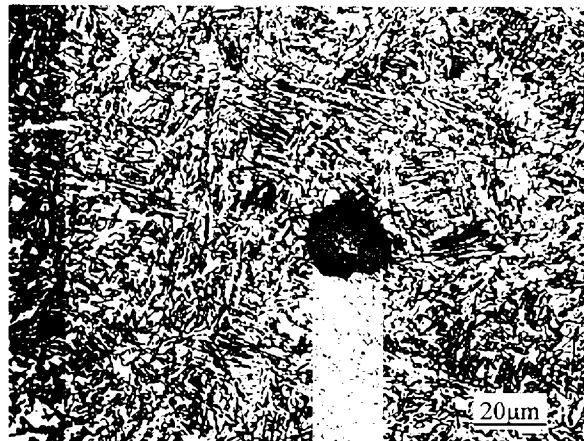


Fig. 3b