

Sposób gazowego węglazotowania hybrydowego stali stopowych w piecach fluidalnych

Przedmiotem wynalazku jest sposób gazowego węglazotowania hybrydowego stali stopowych w piecach fluidalnych, zwłaszcza stali węglowych i stopowych o zawartości węgla do 0,25% z dodatkami stopowymi Cr, Ni, Mn, Mo, Ti, W mającymi za zadanie zwiększenie hartowności stali oraz zachowanie plastyczności rdzenia.

Sposób gazowego azotowania lub węglazotowania ferrytycznego stali stopowych w piecach fluidalnych znany z polskiego opisu patentowego nr PL223176, polega na tym, że retortę pieca nagrzewa się do temperatury 410–490°C i fluidyzuje się atmosferą technologiczną w postaci amoniaku i/lub amoniaku z dodatkiem propanu w ilości 0,5–5% objętościowych umieszcza się w złożu obrabiane elementy na czas od 25 do 120 min, po czym wyjmuje się obrabiane elementy ze złoża na powietrze w celu utlenienia podczas podstudzania, a następnie umieszcza się je w złożu fluidalnym innego pieca nagrzanego do temperatury azotowania lub węglazotowania od 530°C do 590°C na czas zależny od wymaganej grubości warstwy utwardzonej lub strefy związków, a po upływie tego czasu obrabiane elementy wyjmuje się z pieca i chłodzi w powietrzu, lub w studziencie z zastosowaniem sprężonego powietrza, lub w wyciągniętej z pieca retorcie ze złożem fluidalnym pod ochroną atmosfery technologicznej.

Sposób krótkotrwałej obróbki cieplnej elementów ze stali umacniająco wydzieleniowo znany z polskiego opisu patentowego nr PL224216, polega na tym, że obrabiany element nagrzewa się z regulowaną szybkością w zakresie temperatur $T_w - T_s$ w piecu o temperaturze T_k z zakresu 600–700°C, gdzie T_w oznacza temperaturę początku wydzielenia, a T_s temperaturę starzenia krótkotrwałego z zakresu 530–600°C, zaś T_k spełnia zależność $T_k + T_s + \Delta T$, gdzie ΔT jest funkcją grubości ścianki, od minimalnej do maksymalnej, elementu obrabianego, następnie wytrzymuje się obrabiany element w temperaturze T_s w czasie t_s , gdzie t_s oznacza czas krótkotrwałego starzenia z zakresu do 900 sekund, po czym chłodzi się obrabiany element z regulowaną szybkością w zakresie temperatur $T_s - T_w$ w czasie t_c mniejszym niż 10 sekund.

Sposób węglazotowania stali nierdzewnej i stali nierdzewnej o wzmocnionej odporności na korozję znany z europejskiego opisu patentowego nr EP2739761,

obejmuje: dostarczanie wyrobu zawierającego, co najmniej w części, martenzytyczną stal nierdzewną, nawęglanie artykułu w zakresie temperatur od 1625 °F do 1680 °F (885 °C - 916 °C), a następnie azotowanie nawęglonego wyrobu w zakresie temperatur od 1575 °F do 1625 °F (857 °C - 885 °C).

Sposób utwardzania obudów łożysk ze stali nierdzewnej o wysokiej wydajności z długim czasem życia znany z europejskiego opisu zgłoszenia patentowego USA nr US2017016084, obejmuje etapy: formowania wspomnianego składnika z martenzytycznego materiału stali nierdzewnej o ziarnistości ASTM 9 lub większej; i poddanie wspomnianego komponentu jednemu z procesów nawęglania i węgloazotowania. Etap obróbki termomechanicznej obejmuje poddanie martenzytycznej stali nierdzewnej pierwszej redukcji o co najmniej 50%, drugiej redukcji o co najmniej 60% i trzeciej redukcji o co najmniej 70%, która jest przeprowadzana w wyższej temperaturze od 1900 °F do 1850 °F (1037,78°C - 1010,00°C) martenzytycznego materiału stali nierdzewnej, wspomniana druga redukcja jest przeprowadzana w zakresie temperatur 1850 °F do 1775 °F (1010,00 °C – 968,33 °C), a wspomniana trzecia redukcja jest wykonywana w temperaturze powyżej temperatury rekrytalizacji martenzytycznego materiału stali nierdzewnej i poniżej temperatury, w której prowadzi się drugą redukcję.

Sposób gazowego węgloazotowania stali stopowych znany ze stosowania polega na tym, że w pierwszym etapie prowadzi się nawęglanie części stalowych lub żeliwnych w temperaturze poniżej temperatury przemiany austenitycznej A_{C3} , w zakresie od 820 °C do 900 °C, w atmosferze nawęglającej – generatorowej wytwarzanej w wyniku niepełnego spalania propanu lub gazu ziemnego w obecności katalizatora niklowego (Ni). Atmosfera endotermiczna dla propanu składa się z CO w ilości 23,8%, CH₄ w ilości 0,3 %, H₂ w ilości 31,2 %, CO₂ w ilości 0,1 % i N₂ w ilości 44,6%. W drugim etapie prowadzi się azotowanie polegające na nasycaniu azotem części stalowych lub żeliwnych w celu utwardzenia powierzchniowego, zwiększenie odporności na ścieranie oraz nadanie odporności zmęczeniowej. Azotowanie prowadzi się w zakresie temperatur od 480 °C do 800 °C w atmosferze zawierającej azot, przy czym przy czym nośnikiem azotu jest amoniak ($2NH_3 \rightarrow 6H+2N$). Warstwa utwardzona ma grubość 0,05-0,8 mm bez hartowania. Węgloazotowanie (cyjanowanie), polega na połączeniu procesu nawęglania i azotowania w celu uzyskania odpowiednio głębokiej warstwy

nawęglonej z jednoczesnym utwardzeniem powierzchniowym azotem. Proces ten prowadzi się w niższym zakresie temperatur, co nie daje w pełni zadowalających efektów wytrzymałościowych. Dotychczas stosowany proces węgloazotowania charakteryzuje się zawartością austenitu szczątkowego w zakresie około 15 % co jest wynikiem nie dokończonej przemiany austenitycznej i ma wpływ na wytrzymałość materiału.

Znany sposób nawęglania polega na nagraniu i wygrzaniu części stalowych w atmosferze nawęglającej - endotermicznej w szczelnej komorze pieca w zakresie temperatur 880 °C - 950 °C. Warstwa utwardzona ma grubość 0,6 - 2,5 mm po procesie hartowania w oleju.

Znany sposób azotowania polega na nagraniu i wygrzaniu części stalowych w azocie w szczelnej komorze pieca w zakresie temperatur od 480 °C do 800 °C.

Istota sposobu według wynalazku polega tym, że w pierwszym etapie stabilizuje się i udrażnia strukturę materiału części stalowych lub żeliwnych, poprzez azotowanie w temperaturze od 900 °C do 950 °C, w czasie od 5 minut do 15 minut w atmosferze zawierającej azot, w drugim etapie nawęglają się części stalowe lub żeliwne w temperaturze powyżej temperatury przemiany austenitycznej A_{C3} , w zakresie od 900 °C do 950 °C, w czasie od 20 minut do 40 minut w atmosferze endotermicznej wytwarzanej w wyniku niepełnego spalania propanu lub gazu ziemnego w obecności katalizatora niklowego (Ni). W trzecim etapie utwardza się części stalowe lub żeliwne poprzez węgloazotowanie w temperaturze od 900 °C do 950 °C, w czasie od 15 minut do 30 minut w atmosferze endotermicznej zawierającej azot, następnie części stalowe lub żeliwne o temperaturze od 900 °C do 950 °C hartuje się w oleju w temperaturze od 40 °C do 90 °C.

Korzystnie, atmosfera endotermiczna dla propanu składa się z CO w ilości 23,8%, CH₄ w ilości 0,3 %, H₂ w ilości 31,2 %, CO₂ w ilości 0,1 % i N₂ w ilości 44,6% oraz pozostałości 2N z pierwszego etapu azotowania.

Korzystnie, atmosfera endotermiczna zawierająca azot składa się z pozostałości 2N z azotowania, CO w ilości 23,8%, CH₄ w ilości 0,3 %, H₂ w ilości 31,2 %, CO₂ w ilości 0,1 % i N₂ w ilości 44,6% oraz z amoniaku

Zaletą sposobu węgloazotowania hybrydowego według wynalazku jest precyzyjne sterowanie głębokością efektywna głębokość hartowania CHD (Carbon

Hard Depth), bardzo duża redukcja czasu obróbki termicznej, znaczne zmniejszenie deformacji hartowniczych oraz zwiększenie właściwości wytrzymałościowych materiału. Przeprowadzone testy i pomiary mikrostrukturalne dają wyniki na poziomie około 5% zawartości austenitu szczątkowego co poprawia bardzo istotnie wytrzymałość materiału. Zauważono jednocześnie zmianę przebiegu twardości w zakresie głębokości warstwy (CHD), ma to bardzo istotne znaczenie w przypadku zastosowania naddatków technologicznych pod dalszą obróbkę ścierną. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów geometrycznych obrabianych detali stwierdzono znaczny spadek deformacji hartowniczych w stosunku do tradycyjnego węgloazotowania.

Przedmiot wynalazku objaśniony jest w przykładach wykonania.

Przykład 1

Sposób gazowego węgloazotowania hybrydowego stali stopowych w piecach fluidalnych polega na tym, że w pierwszym etapie stabilizuje się i udrażnia strukturę materiału części stalowych lub żeliwnych, poprzez azotowanie w temperaturze od 900 °C przez 5 minut w atmosferze zawierającej azot, przy czym nośnikiem azotu jest amoniak ($2\text{NH}_3 \rightarrow 6\text{H}+2\text{N}$). W drugim etapie nawęglą się części stalowe lub żeliwne w temperaturze powyżej temperatury przemiany austenicznej Ac_3 , w temperaturze 900 °C przez 20 minut w atmosferze endotermiczna wytwarzanej w wyniku niepełnego spalania propanu lub gazu ziemnego w obecności katalizatora niklowego (Ni). W trzecim etapie utwardza się części stalowe lub żeliwne poprzez węgloazotowanie w temperaturze 900 °C przez 15 minut w atmosferze endotermicznej zawierającej azot, następnie części stalowe lub żeliwne o temperaturze 900 °C hartuje się w oleju w temperaturze 40 °C. Atmosfera endotermiczna dla propanu składa się z CO w ilości 23,8%, CH_4 w ilości 0,3 %, H_2 w ilości 31,2 %, CO_2 w ilości 0,1 % i N_2 w ilości 44,6% oraz pozostałości 2N z pierwszego etapu azotowania, zaś atmosfera endotermiczna zawierająca azot składa się z pozostałości 2N z azotowania, CO w ilości 23,8%, CH_4 w ilości 0,3 %, H_2 w ilości 31,2 %, CO_2 w ilości 0,1 % i N_2 w ilości 44,6% oraz z amoniaku. Grubość tak utworzonej warstwy wynosi 0,1 mm.

Przykład 2

Sposób gazowego węgloazotowania hybrydowego stali stopowych w piecach fluidalnych przebiega jak w przykładzie pierwszym z tą różnicą, że w pierwszym etapie stabilizuje się i udrażnia strukturę materiału części stalowych lub żeliwnych, poprzez

azotowanie w temperaturze 950 °C przez 15 minut w atmosferze zawierającej azot, przy czym nośnikiem azotu jest amoniak ($2\text{NH}_3 \rightarrow 6\text{H}+2\text{N}$). W drugim etapie nawęglą się części stalowe lub żeliwne w temperaturze powyżej temperatury przemiany austenicznej A_{C3} , w temperaturze 950 °C przez 40 minut w atmosferze endotermiczna wytwarzanej w wyniku niepełnego spalania propanu lub gazu ziemnego w obecności katalizatora niklowego (Ni). W trzecim etapie utwardza się części stalowe lub żeliwne poprzez węgloazotowanie w temperaturze 950 °C przez 30 minut w atmosferze endotermicznej zawierającej azot, następnie części stalowe lub żeliwne o temperaturze 950 °C hartuje się w oleju w temperaturze 90 °C. Grubość tak wytworzonej warstwy wynosi 1,6 mm.