

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

69 543

Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 18b, 5/56

Zgłoszono: 16.II.1967 (P 119 010)

186, 7/10

Pierwszeństwo: 26.II.1966 dla zastrz. 1-4
29.IV.1966 dla zastrz. 5
Niemiecka Republika
Federalna

MKP C21c 5/56

7/10

Opublikowano: 25.XII.1973

Twórca wynalazku: Karl Rüttiger

Właściciel patentu: Dortmund-Hörder Hüttenunion Aktiengesellschaft, Dortmund
(Niemiecka Republika Federalna)

Sposób wytwarzania odpornej na starzenie stali ciągliwej i głębokotłocznej

1

Znane są sposoby wytwarzania cienkiej blachy stali głębokotłocznej, odlewanej z uspokajaniem i odpornej na starzenie, a także stali głębokotłocznej, odlewanej bez uspokajania i nieodpornej na starzenie.

Jednakże stale głębokotłoczne uspokajane glinem, mają niekorzystną właściwość polegającą na tym, że glin łączy się przede wszystkim z tlenem, a dopiero w drugiej kolejności z azotem, toteż powstające cząstki tlenu glinowego po odlaniu wlewka gromadzą się na jego powierzchni. Pogarsza to oczywiście w znacznym stopniu jakość powierzchni gotowych wyrobów walcowanych i zazwyczaj powoduje konieczność usuwania zanieczyszczonej warstwy powierzchniowej za pomocą obróbki płomieniem gazowym. Niezależnie od dość wysokich kosztów oczyszczania płomieniowego powstają przy tym straty materiału wynoszące do 5%, a równocześnie nie uzyskuje się powierzchni o takiej jakości, jaką ma stal odlewana bez uspokajania.

Stale odlewane bez uspokajania mają w przeciwieństwie do poprzednich stosunkowo czystą strefę brzegową tak, że płomieniowe oczyszczanie wlewków na ogół nie jest potrzebne, jednak obciążone są one wadą polegającą na braku odporności na starzenie. W przypadku tych gatunków stali właściwości technologiczne decydujące dla głębokiego tłoczenia zmieniają się z czasem tak dalece, że często dalsza obróbka w zakładach zajmujących się ciągnięciem i tłoczeniem jest nieekonomiczna ze względu na zbyt wysoki odpad lub staje się całkowicie niemożliwa.

Aby uniknąć wspomnianych trudności i uzyskać stal odporną na starzenie postępuje się w ten sposób, że stal odlewa się bez uspokajania i dopiero uspokaja się ją w kokili to zna-

2

czy, że wszystkie pierwiastki tworzące azotki ważne dla odporności na starzenie, takie jak glin, tytan, cyrkon i bor dodaje się dopiero w kokili. Pomimo, że metoda ta jest stosunkowo łatwa, jakoś blachy nie odpowiada jednak wysokim wymaganiom, gdyż przewalцована blacha cienka często wykazuje smugi pochodzące od procesu krzepnięcia stali odlewanej bez uspokajania i odtlenianej w kokili, których dotąd nie udaje się usunąć.

Pierwiastki odznaczające się powinowactwem do tlenu i tworzące azotki łączą się oczywiście nie tylko z azotem lecz w pierwszym rzędzie reagują z tlenem stali nieuspokajanej tak, że przy krzepnięciu stali w kokili występuje zmniejszenie reakcji wrzenia. Brak wystarczającej reakcji wrzenia prowadzi jednak do tworzenia się tak zwanych pęcherzy brzegowych, które są także niepożądanymi wadami powierzchni. Gdy jednak zmniejsza się dla uniknięcia tworzenia się pęcherzy brzegowych lub dla polepszenia wrzenia dodatek pierwiastków mających powinowactwo do tlenu i tworzących azotki, wtedy ilość odpowiedniego pierwiastka tworzącego azotki, szczególnie boru pozostająca po odtlenieniu stali, nie wystarcza do spowodowania, aby stal była odporna na starzenie.

W celu uniknięcia powstawania pęcherzy brzegowych robiono próby obniżenia na tyle zawartości tlenu w stali, aby została praktycznie zahamowana reakcja pomiędzy węglem i tlenem w stali, powodująca pęcherze brzegowe. Ponieważ zmniejszenie zawartości tlenu przez odtlenienie za pomocą nadmiaru glinu jest wykluczone z góry ze względu na występujące gromadzenie się cząstek tlenku glinu na powierzchni wlewka z wyżej podanych powodów, próbowano

wreszcie wytwarzać stal na pół uspokojoną przez dodanie aluminium w niedomiarze. Tak na pół uspokojona stal zawiera tak mało wolnego tlenu, że struktura wlewka odpowiada w przybliżeniu strukturze stali uspokojonej. Na dużą skalę techniczną metoda ta nie jest całkowicie pewna, gdyż zawartość tlenu trzeba ustalić bardzo dokładnie, niezależnie od tego, że także niewielkie dodatki glinu prowadzą do powstania niepożądanych cząsteczek tlenku glinu.

Celem wynalazku jest usunięcie tych niedogodności i opracowanie sposobu, który przy dużej wydajności umożliwia wytworzenie stali o dobrej jakości powierzchni i odpornej na starzenie.

Stale, z wykraczającą ponad najwyższą obecnie granicę zawartości wolnego tlenu można uczynić odpornymi na starzenie przez odpowiedni dodatek boru i że krzepną one w stanie całkowicie uspokojonym, gdy zmniejszy się zawartość węgla do niskiej wartości, zapobiegającej tworzeniu się pęcherzy brzegowych.

Sposób według wynalazku polega na tym, że zawartość węgla w stali, spuszczanej z agregatu świeżącego przy temperaturze 1620 do 1670°C, o zawartości węgla do 0,10%, manganu do 0,45%, najwyżej 0,03% fosforu, najwyżej 0,035% siarki i od 0,02 do 0,05% tlenu obniża się przez obróbkę próżniową w próżni rzędu 2 torów do wartości poniżej 0,03% najkorzystniej do 0,01% po czym zawartość manganu doprowadza się do 0,45% przez dodanie ferromanganu, a ponadto do stopu dodaje się bor w ilości 0,2 kg/t.

Odwęglanie stali przez obróbkę próżniową przy stosunkowo wysokiej zawartości tlenu jest decydujące dla przetrwania reakcji wrzenia kokili. Odwęglanie próżniowe można wzmocnić przez dodatek rudy lub innych związków tlenowych. Zamiast rudy żelaza można dodawać do stopu inne stałe lub gazowe substancje odwęglające. Z wyjątkiem bardzo niskiej zawartości węgla, skład stali, wytworzonej sposobem według wynalazku odpowiada zwykłym gatunkom stali głębokotłocznej, odlanej bez uspokojenia, przy czym bardzo niska zawartość węgla, poniżej 0,03, nie wpływa zasadniczo na własności technologiczne stali lub cienkiej blachy.

Stal obrabiana sposobem według wynalazku wykazuje poza tym zachowanie się przy krzepnięciu takie, jak stal uspokojona i nie ma pęcherzy brzegowych, gdyż zawartość węgla powodująca tworzenie pęcherzy brzegowych praktycznie zostaje usunięta przez obróbkę w próżni. Stal jest odporna na starzenie się ze względu na obecność niewielkiej ilości wolnego boru, pozostałej po związaniu większej części azotu. Próby wykazały przy tym, że zawartość tlenu może się wahać we względnie szerokim zakresie bez szkodliwego wpływu na strukturę krzepnięcia wlewka i odporność na starzenie stali. Przy drugim wytopie próbnym stal wytopiona

metodą przedmuchiwania tlenem i zawierająca 0,04% węgla, 0,12% manganu, 0,02% fosforu, 0,02% siarki i 0,04% azotu, została poddana obróbce próżniowej według znanej metody lewaru próżniowego. Dla obniżenia zawartości węgla w wytopie do wymaganej ilości, dodano razem w pięciu porcjach 1 kg/t hematytu. Odgazowanie wytopu 150 t ukończone zostało w znacznym stopniu po 15 minutowej obróbce próżniowej, przy czym końcowa zawartość węgla wynosiła 0,0112 i zawartość tlenu 0,019%. Po obróbce próżniowej do stali w zbiorniku próżniowym dodano 270 kg manganu w postaci żelazomanganu i 22,5 kg boru w postaci żelazoboru. Następnie stal o zawartości 0,011% węgla, 0,28% manganu, 0,02% fosforu, 0,02% siarki, 0,004% azotu i 0,009% boru została odlana w postaci wlewków płaskich.

Wlewki płaskie zostały przewalcowane na gorąco na taśmę o grubości 2 mm i wreszcie na zimno na taśmę o grubości 0,8 mm. Następnie w celu rekrytalizacji wyżarzono taśmę w temperaturze 680°C i przewalcowano na walcarki wygładzającej przy zmniejszeniu grubości o 1%. Granica plastyczności próbek pobranych z taśmy po wygładzeniu wynosiła 17,9 do 19,2 kG/mm, przy czym poszczególne wartości były jeszcze niższe. Krzywe naprężeń i wydłużenia przy próbie na rozrywanie nie wykazały uwydatnionej granicy plastyczności. Próbkę były odporne na starzenie, gdyż po ośmiotygodniowym starzeniu w temperaturze pokojowej nie można było stwierdzić wzrostu granicy plastyczności. Próby rozrywania próbek starzonych sztucznie nie wykazały także uwydatnionej granicy plastyczności.

W ramach wytopu próbnego stal wytworzona zwykłą metodą z zastosowaniem przedmuchiwania tlenem, poddana została obróbce próżniowej, po której miała następujący skład: 0,016% węgla, 0,33% manganu, 0,011% fosforu, 0,032% siarki, 0,004% azotu.

Stal ta nie zawierała krzemu ani glinu. Została ona wlana do kokil 10 t o przekroju podstawy 1400 x 640 mm wysokości 1900 mm i stożkowatości 2,1%, przy czym do stali na 30 sek przed osiągnięciem znaku oznaczającego 10 t dodano 800 g/t granulatu glinowego. Okazało się, że materiał wstępny, wykonany z tej stali, nie wymagał oczyszczania płomieniowego i powierzchnia cienkiej blachy, wykonanej z niego, była całkowicie wolna od wad. Właściwości technologiczne stali wytworzonej sposobem według wynalazku określone zostały dla taśmy o grubości 2 mm walcowanej na zimno w 42,8% w połączeniu z gładzeniem przy stopniu wygładzania 1,4% lub po wyżarzeniu w temperaturze 680 do 690°C. Próby wykonano dla materiału starzonego oraz niestarzonego.

Określone przy tym dane zestawiono w podanej niżej tabeli I.

Tabela I

Położenie próbki	S (kG/mm ²)	B	Wydłużenie (%)	Próba tłoczności metodą Erichsen		Starzona (2 godz. przy 70°C)			Al met.
				wym.	istn.	S (kG/mm ²)	B	Wydłużenie (%)	
Góra wlewka	20,8	32,1	42,5	11,44	12,76	20,8	31,8	41,3	0,052
25% od góry	20,3	31,5	42,5	11,60	12,93	20,5	31,4	40,0	45
środek	20,1	31,4	42,5	11,57	13,03	20,1	31,3	42,5	23
25% od dołu	19,9	30,9	44,3	11,60	12,96	19,8	31,2	42,5	18
dół	20,0	31,6	41,3	11,60	12,96	19,0	31,4	40,0	17

Przy trzeciej próbie wytworzono w piecu Siemens-Martina stal zwykłą głębokotłoczną. Zawartość węgla wynosiła 0,04% i przez obróbkę próżniową obniżona została do 0,010%.

Po obróbce próżniowej stal w kadzi I natychmiast odlewno, podczas gdy do kadzi II pod koniec obróbki próżniowej dodano jeszcze boru. Stale I i II zawierały 0,011% węgla, 0,01% krzemu, 0,32% manganu, 0,018% fosforu, 0,022% siarki, zaś stal II również 0,01% boru.

Obydwie stale odlane zostały w postaci wlewków płaskich i w zwykły sposób przewalcowane na taśmę na gorąco i następnie na zimno. Po wyżarzeniu rekrytalizacyjnym i wygładzeniu przeprowadzono dla taśmy walcowanej na zimno o grubości 0,4 mm próby emaliowania, których wyniki podane są w tabeli II.

Tabela II

Kadź	Przyczepność	Jakość powierzchni
I	zła	zła
II	bardzo dobra i dobra	bardzo dobra

Z wyników badań podanych w tabeli I i II widać, że stal obrabiana zgodnie z wynalazkiem jest odporna na starzenie.

ma doskonałą jakość powierzchni i ze względu na dodatek boru nadaje się szczególnie dobrze do emaliowania jednowarstwowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania odpornej na starzenie stali ciągliwej i głębokotłocznej w szczególności do emaliowania jednowarstwowego, znamienny tym, że zawartość węgla w stali spuszczanej z agregatu świeżącego przy temperaturze 1620 do 1670°C, o zawartości węgla do 0,10%, manganu do 0,45%, najwyżej 0,03% fosforu, najwyżej 0,035% siarki i od 0,02 do 0,05% tlenu obniża się przez obróbkę próżniową w próżni rzędu 2 torów do wartości poniżej 0,03%, najkorzystniej do 0,01%, po czym zawartość manganu doprowadza się do 0,45% przez dodanie ferromanganu, a ponadto do stopu dodaje się bor w ilości 0,2 kg/t.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że do stopu dodaje się w czasie obróbki próżniowej rudę zawierającą tlenek (Fe_2O_3) lub (Fe_3O_4).

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamienny tym, że w czasie obróbki próżniowej wprowadza się tlen lub tlenek węgla.

4. Sposób według zastrz. 1 do 3, znamienny tym, że w czasie obróbki próżniowej dodaje się mangan i bor.

5. Sposób według jednego lub wielu zastrzeżeń 1 do 4, znamienny tym, że do stali pod koniec wlewania do kokili dodaje się glin w ilości 800 g/t.