

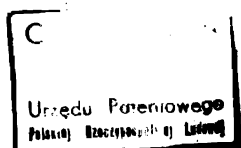
POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

118041



Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 30.03.78 (P. 205693)

Pierwszeństwo: 30.03.77 Czechosłowacja

Zgłoszenie ogłoszono: 18.12.78

Opis patentowy opublikowano: 30.09.1982

Int. Cl.³.
C22C 38/44

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu tymczasowego: Výzkumný Ústav Hutnictví Železa účelová organizace,
Dobruška (Czechosłowacja)

Stal chromowo-niklowo-molibdenowa o wysokiej wytrzymałości

Przedmiotem wynalazku jest stal chromowo-niklowo-molibdenowa o wysokiej wytrzymałości i odporności na korozję, dająca się utwardzać dyspersyjnie i posiadająca wysoką granicę plastyczności oraz dobrą spawalność, przeznaczona zwłaszcza na urządzenia chemiczne, energetyczne i jądrowe.

Na części maszyn narażone na korozję i obciążenia mechaniczne, na urządzenia elektryczne i energetyczne stosuje się albo ferrytyczne stale chromowe o granicy plastyczności 450 do 600 MPa lub ferrytyczno-austeniczne stale chromowe lub też czysto austenityczne stale chromowe, które mają jednak szczególnie niską granicę plastyczności wynoszącą do 320 MPa. Z tych względów odporność tych stali na mechaniczne obciążenia, ścieranie, erozję i kawitację jest bardzo niska.

Wysokostopowe utwardzalne dyspersyjnie stale Maraging w gatunku X2NiCoMo 1885, zawierające do 0,5% wagowych tytanu mają granicę plastyczności po utwardzeniu dyspersyjnym do 1700 MPa przy wydłużeniu 7 do 8%. Wadą tych stali jest wysoka cena i niska odporność korozyjna w wodzie i parze.

Znany gatunek stali X100CrNiMoTi, który jest stosowany w temperaturach do 400°C i w środowisku korozyjnym w przemyśle chemicznym, ma zawartość węgla maksimum 0,10% wagowych, 16,5 do 18,5% wagowych chromu, 2 do 2,5% wagowych molibdenu, 10,5 do 13,5% wagowych niklu i tytanu w ilości większej niż pięciokrotna zawartość węgla. Wadą tej stali jest niska granica plastyczności wynosząca zaledwie 230 MPa, przy wytrzymałości 500 do 750 MPa i wydłużeniu 30 do 40%.

Znana jest również stal zawierająca 0,006% wagowych węgla, 0,024% wagowych krzemu, 0,053% wagowych manganu, 10,2% wagowych chromu, 10,2% wagowych niklu, 2,06% wagowych molibdenu, 0,36% wagowych aluminium i 0,08% wagowych tytanu. Stop ten ma jednak niską granicę plastyczności.

Przytoczone wady usuwa stal według wynalazku, posiadająca poza żelazem następujący wagowy skład chemiczny: max. 0,03% C, od 0,2 do 0,5% Si, od 0,05 do 0,25% Mn, od 8,0 do 12,5% Ni, od 1,8 do 4,0% Mo, od 0,65 do 1,3% Ti, od 0,3 do 0,7% Al, max. 0,02% P, max. 0,02% S oraz od 9,0 do 12,5% Cr.

Dalsze poprawienie jakości stali według wynalazku może być osiągnięte przez dodatek boru w ilości 0,001 do 0,005% wagowych i/lub dodatek cyrkonu w ilości od 0,005 do 0,15% wagowych, przy zawartości minimum 0,004% wagowych azotu.

Udarność lub odporność na ścieranie, stabilność cieplną i podwyższoną odporność na erozję można według wynalazku osiągnąć przez dodanie niobu do 0,25% wagowych, wolframu do 1,0% wagowych, wanadu do 1,0% wagowych, tantalu do 0,25% wagowych, dodatkowych pojedynczo lub też przez wzajemną kombinację wymienionych dodatków.

Dla warunków skrajnych można zapewnić wzrost stopnia czystości i na skutek tego polepszenie własności plastycznych tak w produkcji, jak również przy stosowaniu części spawanych przez obniżenie zawartości siarki do maksimum 0,009% wagowych i przez dodatek pierwiastków ziem rzadkich do 0,2% wagowych.

Ważną zaletę stali według wynalazku stanowi fakt, że pierwiastki stopowe, jak i mikrodotatki stopowe spełniają warunki umożliwiające stosowanie stali w środowisku podlegającym promieniowaniu radiacyjnemu. Dla tych warunków zaleca się zmodyfikowanie składu chemicznego stali według wynalazku do zawartości: manganu maksimum 0,08% wagowych, molibdenu maksimum 3% wagowych, boru maksimum 0,004% wagowych, wanadu maksimum 1% wagowy, wolframu maksimum 0,1% wagowy i tantalu maksimum 0,02% wagowych.

Przy szczególnie ciężkich warunkach eksploatacji jest konieczne potraktowanie wolframu i tantalu jako niepożądanych zanieczyszczeń, których zawartość nie powinna przekroczyć dla wolframu 0,01% wagowych, a dla tantalu 0,01% wagowych.

Zaleca się w tych warunkach traktować również analogicznie zawartość kobaltu, który jest wprowadzany do wsadu, np. z żelazostopami, przy czym niepożądana zawartość tego dodatku nie powinna przekraczać 0,01% wagowych.

Dalsza zaleta stali według wynalazku, to możliwość stosowania wyrobów w stanie odlanym lub formowanym przez zgniot po utwardzeniu dyspersyjnym w zakresie albo poniżej temperatur -50°C lub do 450°C , a w stanie nieutwardzonym do 700°C . Dalsze zalety to: dobra obrabialność w stanie nieutwardzonym przy średniej wytrzymałości na rozciąganie 950 do 1050 MPa, łatwe utwardzanie dyspersyjne bez potrzeby stosowania atmosfery ochronnej w zakresie temperatur od 420 do 550°C i to bez względu na różne grubości ścian obrabianego wyrobu, wysoka wydolność zachowywania wymiarów, szeroki zakres wytrzymałości i plastyczności, dobra podatność do polerowania, spawalność, wysoka odporność na zużycie, odporność na erozję i kawitację w wodzie i w parze oraz dobra odporność na pękanie przy podwyższonych temperaturach.

Właściwy dobór dodatków stopowych umożliwia przeprowadzenie obróbek cieplno-chemicznych, jak chromowanie twarde, azotowanie i podobne przy zachowaniu wszystkich pozostałych zalet stali w stanie nieutwardzonym dyspersyjnie.

W procesach, które są prowadzone w temperaturach do 550°C , co zachodzi przy azotowaniu, można je korzystnie połączyć w jednej operacji z obróbką cieplno-chemiczną.

W takim zabiegu osiąga się według wynalazku w spawalnej, odpornej na korozję stali niskowęglowej z niklem wyjątkowo twardą i odporną warstwę, której twardość przekracza twardość azotowanych stali szybko-tnących.

Przykłady wykonania wynalazku. Stal o składzie 11% wagowych chromu, 10% wagowych niklu, 2,0% wagowych molibdenu, 1% wagowych tytanu, 0,35% wagowych aluminium, 0,03% wagowych węgla, 0,40% wagowych krzemu, 0,15% wagowych manganu, 0,005% wagowych azotu poddano wyżarzeniu austenizującemu w temperaturze 920°C przez 1 godzinę oraz próbom wytrzymałościowym, przy czym okazało się, że wytrzymałość na rozciąganie wyniosła 950 MPa przy wydłużeniu 14%, przewężenie – 65%, a po utwardzeniu dyspersyjnym w temperaturze 450°C przez 3 godziny granica plastyczności podwyższyła się do 1730 MPa, przy stosunku granicy plastyczności do wytrzymałości 0,92, wydłużeniu 6% i udarności 50 J/cm^2 . Przez zmianę temperatury austenizacji i utwardzania dyspersyjnego z różnymi czasami utwardzania można zapewnić średnią wytrzymałość na rozciąganie od 1450 do 1730 MPa przy wydłużeniu 16 do 8% i przy stosunku granicy plastyczności do wytrzymałości na rozciąganie w granicach od 0,92 do 0,98.

Zgodnie z drugim przykładem wykonania wynalazku stal o składzie 11,2% wagowych chromu, 10,30% wagowych niklu, 1,80% wagowych molibdenu, 0,70% wagowych tytanu, 0,60% wagowych aluminium, 0,03% wagowych węgla, 0,50% wagowych krzemu, 0,16% wagowych manganu, 0,01% wagowych cyrkonu, 0,003% wagowych boru poddano wyżarzeniu austenizującemu w temperaturze 820°C w ciągu 1 godziny, przy czym okazało się, że wytrzymałość na rozciąganie wyniosła 1010 MPa przy wydłużeniu 16%, przewężeniu 58%. Po utwardzeniu dyspersyjnym w temperaturze 490°C przez 5 godzin granica plastyczności podniosła się do 1490 MPa, przy stosunku granicy plastyczności do wytrzymałości na rozciąganie 0,97, przy wydłużeniu 16% i przewężeniu 62%. Po wyżarzeniu austenizującym w temperaturze 920°C w ciągu 1 godziny i po utwardzeniu dyspersyjnym w temperaturze 480°C przez 3 godziny granica plastyczności podniosła się do 1590 MPa, przy wytrzymałości na rozciąganie 1730 MPa, wydłużeniu 8%, przewężeniu 44% i udarności $R^2\ 50\text{ J/cm}^2$.

Możliwość połączenia operacji azotowania i utwardzania wydzieleniowego można potwierdzić na próbie azotowania jonowego stali o składzie chemicznym według przykładu drugiego. Właściwy dobór dodatków sto-

powych umożliwia podwyższenie twardości wyjściowej $HV_5 = 317$ po azotowaniu jonowym w temperaturze 500°C w ciągu 24 godzin do twardości $HV_5 = 1095$, to znaczy o 350%, przy czym twardość odpornej na korozję stali niskowęglowej o zawartości 10,3% wagowych niklu odpowiada twardości powierzchni stali szybko tnącej o zawartości 1,40% wagowych węgla, 4,2% wagowych chromu, 1% wagowych molibdenu, 5% wagowych kobaltu, 4% wagowych wanadu i 12% wagowych wolframu, poddanej azotowaniu jonowemu, która przed azotowaniem jonowym została ulepszona do 870 HV, to znaczy 65 Rc.

Zgodnie z następnym przykładem wykonania, stal o składzie 0,5% wagowych wolframu, 0,2% wagowych wanadu, 0,04% wagowych ceru, a pozostałe dodatki jak z poprzedniego przykładu, poddano azotowaniu i próbom wytrzymałościowym, przy czym twardość wzrosła co najmniej o dalsze 5%, z czego wynika, że stal może być stosowana z powodzeniem na prowadnice silnie narażone na ścieranie i korozję.

Odporność na korozję w utrudnionych warunkach atmosferycznych dla stali o składzie jak w pierwszym przykładzie wykonania utwardzonej dyspersyjnie została sprawdzona w przeprowadzanych kolejno próbach korozyjnych, a mianowicie: 100 godzin w temperaturze 40°C i przy wilgotności względnej 98%, na mrozie w temperaturze -40°C w ciągu 4 godzin, dalej w temperaturach 50 do 65°C w ciągu 14 godzin z następną obróbką podzerową w temperaturze -70°C przez 2 godziny i po wolnym nagrzewaniu do 20°C , następnie opryskaniu wodą przez 2 godziny i zanurzeniu do wody na 24 godziny. Po tym całym procesie badania powierzchnia stali nie uległa korozji.

Jest również możliwe przebadanie doskonałej odporności korozyjnej stali według wynalazku w roztworach chemicznych.

Stal według wynalazku jest więc spawalną, utwardzalną dyspersyjnie stalą o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie, odporności na korozję, odporności na ścieranie, odporności na erozję i kawitację, nadającą się szczególnie na silnie obciążone urządzenia chemiczne, energetyczne i jądrowe, jak naczynia ciśnieniowe, wały, łopatki, wirniki turbin parowych i wodnych, turbosprężarek, pomp, wirówek, armatury, urządzenia hydrauliczne i rozdzielcze, przegrzewacze i wymienniki ciepła i podobne.

Poza tym stal nadaje się na silnie obciążone części lotnicze, części składowe urządzeń transportowych do ziemi i wody, na części maszyn, które pracują w środowisku korozyjnym, jak łożyska, koła zębate, części złączne z łańcuchami i linami włącznic, sprężyny, rury faliste i membrany oraz podobne.

Stal według wynalazku, która nadaje się do dalszego powierzchniowego utwardzania dyspersyjnego można stosować na narzędzia, przyrządy, narzędzia pomiarowe, narzędzia chirurgiczne, aparaty, urządzenia laboratoryjne, dla techniki pomiarowej, sterowania i automatyzacji, łącznie z urządzeniami przeznaczonymi dla ochrony środowiska przed radioaktywnym promieniowaniem.

Dla tej odpornej na korozję stali, dobrze polerującej się i spawalnej znajduje się zastosowanie nie tylko w urządzeniach chemicznych i ważnych z punktu widzenia transportu, ale również w technice sanitarnej, architekturze, przemyśle spożywczym, w publicznych centralach urzędowych, na terenach sportowych oraz podobnych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stal chromowo-niklowo-molibdenowa o wysokiej wytrzymałości i odporności na korozję, dająca się utwardzać dyspersyjnie i posiadająca wysoką granicę plastyczności oraz dobrą spawalność, przeznaczona zwłaszcza na urządzenia chemiczne, energetyczne i jądrowe, zawierająca wagowo max. 0,03% węgla, od 0,2 do 0,5% krzemu, od 0,05 do 0,25% manganu, od 8,0 do 12,5% niklu, od 1,8 do 4,0% molibdenu, od 0,65 do 1,3% tytanu, od 0,3 do 0,7% aluminium, max. 0,02% fosforu, max. 0,02% siarki, oraz żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, z n a m i e n n a t y m, że zawiera od 9,0 do 12,5% wagowych chromu.

2. Stal chromowo-niklowo-molibdenowa o wysokiej wytrzymałości i odporności na korozję, dająca się utwardzać dyspersyjnie i posiadająca wysoką granicę plastyczności oraz dobrą spawalność, przeznaczona zwłaszcza na urządzenia chemiczne, energetyczne i jądrowe, zawierająca wagowo max. 0,03% węgla, od 0,2 do 0,5% krzemu, od 0,05 do 0,25% manganu, od 8,0 do 12,5% niklu, od 1,8 do 4,0% molibdenu, od 0,65 do 1,3% tytanu, od 0,3 do 0,7% aluminium, max. 0,02% fosforu, max. 0,02% siarki, oraz żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, z n a m i e n n a t y m, że zawiera wagowo od 9 do 12,2% chromu, od 0,001 do 0,005% boru oraz od 0,005 do 0,15% cyrkonu przy zawartości azotu co najmniej 0,004% wagowych.

3. Stal chromowo-niklowo-molibdenowa o wysokiej wytrzymałości i odporności na korozję, dająca się utwardzać dyspersyjnie i posiadająca wysoką granicę plastyczności oraz dobrą spawalność, przeznaczona zwłaszcza na urządzenia chemiczne, energetyczne i jądrowe, zawierająca wagowo max. 0,03% węgla, od 0,2 do 0,5%

krzemu, od 0,05 do 0,25% manganu, od 8,0 do 12,5% niklu, od 1,8 do 4,0% molibdenu, od 0,65 do 1,3% tytanu, od 0,3 do 0,7% aluminium, max. 0,02% fosforu, max. 0,02% siarki, oraz żelazo i nieuniknione zanieczyszczenia, z n a m i e n n a t y m, że zawiera wagowo od 9,0 do 12,5% chromu, od 0,02 do 0,25% niobu oraz od 0,02 do 1,0% wolframu, wanadu albo tytanu.