

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 117992

PATENTU TYMCZASOWEGO

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 30.03.78 (P. 205692)

Pierwszeństwo: 30.03.77 Czechosłowacja

Zgłoszenie ogłoszono: 18.12.78

Opis patentowy opublikowano: 30.10.1982

CZYTELNIĄ

Urząd Patentowy
Warszawa, 1982

Int. Cl³.

C22C 38/44

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu tymczasowego: Výzkumný ústav hutnictví železa učelová organizace,
Dobrá (Czechosłowacja)

Stal chromowo-niklowo-molibdenowa odporna na korozję

Przedmiotem wynalazku jest stal chromowo-niklowo-molibdenowa odporna na korozję, o wysokiej wytrzymałości, dobrej spawalności, stosowana zwłaszcza na urządzenia energetyczne i siłowni jądrowych.

Na części składowe narażone na wysokie obciążenia mechaniczne i korozyjne w urządzeniach mechanicznych, chemicznych, energetycznych i jądrowych niezbędne jest stosowanie stali o wyższych własnościach mechanicznych i z wystarczającą odpornością korozyjną.

Istnieją na przykład gatunki stali ferrytycznych chromowych, które wykazują granicę plastyczności w zakresie od 400 do 500 MPa i wytrzymałość na rozciąganie od 750 do 800 MPa, lub austenityczne stale chromoniklowe, które mają niższą granicę plastyczności 180 do 320 MPa przy wytrzymałości na rozciąganie od 500 do 900 MPa. Można z tych stali wybrać gatunki o dobrej odporności korozyjnej i o dobrych własnościach plastycznych.

Wadę jednak ich stanowią niskie własności mechaniczne, zwłaszcza granica plastyczności, wskutek czego odporność tych stali na obciążenia mechaniczne, zużycie, erozję i kawitację jest niska.

Wysokostopowe stale — Maraging o zawartości 18% Ni, 8% Co, 5% Mo i 0,4 do 0,6% Ti mają po utwardzeniu dyspersyjnym granicę plastyczności od 1300 do 1700 MPa przy wydłużeniu względnym 7 do 8%, przy czym wadą tych stali jest niska odporność korozyjna w wodzie i w parze. Poza tym, nie nadają się do stosowania w środowiskach z promieniowaniem radiacyjnym (ze względu na wysoką zawartość kobaltu i molibdenu ponad 4%).

Znana niskowęglowa stal o wysokiej wytrzymałości na bazie Ni-Cr-Mo o składzie chemicznym maksimum 0,03% wagowych C, 12% wagowych Ni, 5% wagowych Cr, 3% wagowych Mo, 0,3% wagowych Al i 0,25% wagowych Ti ma granicę plastyczności rzędu 1050 MPa przy wydłużeniu względnym 10%, przy dobrej odporności korozyjnej. Wytrzymałość na rozciąganie nie przekracza jednak znacznie wartości osiąganych przez ferrytyczne i austenityczne stale o najwyższej wytrzymałości.

Znana jest również stal o zawartości 0,008% wagowych węgla, 0,12% wagowych krzemu, 0,08% wagowych manganu, 9% wagowych chromu, 8,5% wagowych niklu, 3,25% wagowych molibdenu, 0,9% wagowych alumi-

nium i 0,23% wagowych tytanu. Stop ten jednak ma niską udarność. Celem wynalazku jest opracowanie składu takiej stali, która nie posiadałaby wad stali wyżej wymienionych.

Stal według wynalazku zawiera wagowo max. 0,03% C, od 0,1 do 0,4% Si, od 0,05 do 0,25% Mn, od 8,0 do 12% Ni, od 1,8 do 4,0% Mo, od 0,4 do 0,8% Ti, od 0,65 do 1,0% Al, max. 0,02% P, max. 0,02% S, od 4,0 do 8,0% Cr oraz min. 0,004% N, a reszta żelazo i zwykle zanieczyszczenia.

Dalsze ulepszenie można według wynalazku osiągnąć przez dodanie boru w ilości 0,001 do 0,005% wagowych i cyrkonu 0,005 do 0,15% wagowych.

Odporność na zużycie i stabilność cieplną można według wynalazku jeszcze dalej podwyższać przez dodanie niobu do 0,25% wagowych, wolframu do 1% wagowych, wanadu do 1% wagowych i to pojedynczo lub też we wzajemnych kombinacjach.

W przypadkach granicznych można zapewnić podwyższenie stopnia czystości i polepszenie własności plastycznych przez obniżenie zawartości siarki do maksimum 0,009% wagowych, oraz przez dodatek metali ziem rzadkich do 0,2% wagowych.

Na części składowe urządzeń, które pracują w środowiskach narażonych na promieniowanie radiacyjne stosowanie stali według wynalazku jest optymalne, przy czym modyfikuje się zasadniczy skład chemiczny tak, że ogranicza się zawartość chromu do maksimum 6% wagowych, manganu do maksimum 0,08% wagowych, molibdenu do maksimum 3% wagowych, boru do maksimum 0,004% wagowych, wanadu do maksimum 1% wagowych, wolframu do maksimum 0,1% wagowych, tantalu do maksimum 0,02% wagowych.

Dla szczególnie ciężkich warunków eksploatacji konieczne jest traktowanie wolframu i tantalu jako niepożądanych zanieczyszczeń, których zawartość nie powinna przekraczać dla wolframu wartości 0,01% wagowych, a dla tantalu również 0,01% wagowych. W tych warunkach zaleca się również traktować podobne zawartości kobaltu, który jest wprowadzany do materiału, np. z żelazostopami, przy czym niepożądana zawartość tego dodatku nie powinna przekraczać 0,01% wagowych.

Stale według wynalazku mogą być stosowane w stanie lanym, walcowanym lub kutym z utwardzaniem dyspersyjnym w temperaturze poniżej -50°C lub do 450°C , albo też w stanie nie utwardzonym dyspersyjnie do 700°C .

Stal według wynalazku ma tę zaletę, że jest trwała również w najcięższych warunkach atmosferycznych w wodzie i w parze, co oznacza, że jest gatunkiem podstawowym o wysokich wartościach mechanicznych. Zależnie od temperatury austenitizacji i utwardzania dyspersyjnego oraz czasu utwardzania dyspersyjnego ma średnią granicę plastyczności w zakresie od 1450 do 1680 MPa, przy stosunku granicy plastyczności do wytrzymałości na rozciąganie 0,87 do 0,97, przy średnich wartościach wydłużenia 8 do 10%, przewężenia 40 do 48% i udarności 40 do 54 J/cm². Po austenitizacji w temperaturze 820 do 900°C w ciągu godziny stal wykazuje średnią wytrzymałość na rozciąganie 950 do 1020 MPa przy stosunku $R_e/R_m=0,84$ do 0,86 (granica plastyczności/wytrzymałość na rozciąganie).

Stal według wynalazku ma korzystne własności technologiczne, gdyż daje się łatwo obrabiać, polerować, spawać i łatwo utwardzać dyspersyjnie w granicach 420 do 550°C w ciągu trzech do sześciu godzin, przy obniżonych temperaturach 40 godzin w dowolnym środowisku nie nawęglającym, bez względu na grubość ścian i wymiary wyrobu.

Dużą zaletę stanowi wysoka stabilność wymiarów przy utwardzaniu dyspersyjnym, bez względu na różne grubości wyrobów, co umożliwia obróbkę na gotowo części jeszcze przed utwardzaniem.

Dalszą zaletą stali według wynalazku jest wyjątkowo wysoka odporność na erozję i na korozję w parze przy długotrwałej eksploatacji, która jest dziesięciokrotnie do piętnastokrotnie wyższa niż dla stali wysokochromowych, jak też austenicznych stali chromoniklowych z tytanem, lub dla stali konstrukcyjnych ze średnią zawartością węgla.

Stal według wynalazku ma jeszcze tę zaletę, że główne składniki stopowe jak i mikroskładniki stopowe i składniki towarzyszące spełniają warunki do stosowania materiału w środowisku z promieniowaniem radiacyjnym, przy czym można dobrać optymalny gatunek zgodnie z wymaganiami wytycznych eksploatacji. Korzystny skład chemiczny umożliwia dalej poddawanie stali według wynalazku obróbce powierzchniowej, jak chromowaniu, azotowaniu i podobnym, przy zachowaniu wszystkich pozostałych korzyści. Można przy tym w procesach, które odbywają się w temperaturach do 550°C, jak to występuje przy azotowaniu, połączyć w jedną operację proces utwardzania dyspersyjnego z obróbką cieplno-chemiczną powierzchni.

Takim procesem jest na przykład azotowanie jonowe, za pomocą którego można dla tej stali o niskiej zawartości węgla z niklem według wynalazku osiągnąć wyjątkowo wysoką twardość 1080 do 1180 MPa, wskutek czego ta twardość powierzchniowa przekracza twardość azotowanej stali szybko tnącej, a mechaniczne własności w pozostałym przekroju odpowiadają stanowi utwardzenia stosowanej stali.

Przykłady wykonania wynalazku. Stal o składzie chemicznym 6% wagowych chromu, 12% wagowych niklu, 3% wagowych molibdenu, 0,70% wagowych aluminium, 0,50% wagowych tytanu, 0,003% wagowych boru, 0,10% wagowych cyrkonu, 0,025% wagowych węgla, 0,08% wagowych manganu, 0,23% wagowych krzemu i 0,006% wagowych azotu, po wyżarzeniu austenizującym w temperaturze 820°C przez jedną godzinę i po utwardzeniu dyspersyjnym w temperaturze 480°C w czasie 5 godzin poddano próbom wytrzymałościowym, przy czym otrzymano następujące wyniki: granicę plastyczności 1590 MPa, wytrzymałość na rozciąganie 1780 MPa, wydłużenie 7,2%, przewężenie 42% i uderność R_2 , 54 J/cm².

Badanie korozyjne stali o powyższym składzie zostało przeprowadzone w warunkach zmiennych przy 98% wilgotności względnej, przy 40°C, przy -40°C, przy temperaturach do 65°C, przy obróbce podzerowej -20°C i dalej przy natryskiwaniu i zanurzeniu w wodzie na przeciąg 226 godzin bez oddziaływania korozyjnego. Stabilność wymiarowa po utwardzeniu dyspersyjnym była przebadana na dziesiątkach próbek z wydrążonych rurek z wzmocnioną krawędzią ϕ 9,5 mm, które zostały przecięte i utwardzone dyspersyjnie. Po utwardzeniu dyspersyjnym stali według wynalazku do wytrzymałości 1700 MPa nie stwierdzono żadnych większych odchyłek wymiarowych ponad od +0,01 do +0,02 mm.

Przeprowadzono próby na erozję parową oraz na korozję i obserwowano w ciągu od 30 do 50 godzin ubytek masy stali wysokochromowej o zawartości 0,10% i 0,20% węgla, następnie austenitycznej stali chromowo-niklowej zawierającej 18% chromu i 9% niklu z dodatkiem tytanu i w końcu stali o średniej zawartości węgla 0,45% C.

Podczas, gdy żywotność wszystkich stali poddanych próbom przez okres od 30 do 50 godzin była w porównaniu ze stalą zawierającą 13% chromu i 0,10% węgla tylko od 1,05 do 1,19 raza wyższa, to żywotność stali według wynalazku w porównaniu z tą samą stalą była wyższa od 14,5 do 15,2 raza. Tę żywotność osiągnięto dla stali utwardzonej dyspersyjnie bez obróbki cieplno-chemicznej.

Odporna na korozję stal chromowo-niklowo-molibdenowa według wynalazku staje się szczególnie korzystna dzięki swym własnościom mechanicznym, takim jak dobra spawalność, zdolność do utwardzania dyspersyjnego, wysoka stabilność wymiarowa i dobra technologiczna obrabialność w stanie lanym lub walcowanym.

Ze względu na swoją dobrą odporność na zużycie, odporność na erozję i kawitację stal ta nadaje się szczególnie na urządzenia energetyczne i jądrowe, na części składowe turbin parowych i wodnych, turbosprężarek, pomp, urządzeń hydraulicznych, zbiorników ciśnieniowych i urządzeń rozdzielczych, przegrzewaczy, wymienników ciepła, urządzeń do przygotowywania wody i podobnych. Stal ta nadaje się również na urządzenia dla przemysłu chemicznego, transportowego, spożywczego, sanitarnego, budowlanego, biurowego, sportowego i podobne.

Ponadto stal ta może być z powodzeniem stosowana na silnie obciążone części maszyn, takie jak łożyska, liny, sprężyny i membrany. Można z tej stali wyrabiać wszelkiego rodzaju sprzęt, narzędzia, przyrządy pomiarowe laboratoryjne i do automatycznego sterowania. Wreszcie stal tę można stosować na urządzenia przeciw promieniowaniu radioaktywnemu.

Wyrobom ze stali według wynalazku można nadać całkowicie wyjątkowe własności przez wytworzenie szczególnie twardej warstwy powierzchniowej za pomocą połączenia obróbki cieplnochemicznej i utwardzania dyspersyjnego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stal chromowo-niklowo-molibdenowa odporna na korozję, o wysokiej wytrzymałości, dobrej spawalności, stosowana zwłaszcza na urządzenia energetyczne i siłowni jądrowych, zawierająca wagowo max. 0,03% węgla, od 0,1 do 0,4% krzemu, od 0,05 do 0,25% manganu, 8,0 do 12% niklu, od 1,8 do 4,0% molibdenu, od 0,4 do 0,8% tytanu, od 0,65 do 1,0% glinu, max. 0,02% fosforu, max. 0,02% siarki, oraz żelazo i zwykłe zanieczyszczenia, z n a m i e n n a t y m, że zawiera od 4,0 do 8,0% wagowych chromu.

2. Stal chromowo-niklowo-molibdenowa odporna na korozję, o wysokiej wytrzymałości, dobrej spawalności, stosowana zwłaszcza na urządzenia energetyczne i siłowni jądrowych, zawierająca wagowo max. 0,03% węgla, od 0,1 do 0,4% krzemu, od 0,05 do 0,25% manganu, od 8,0 do 12% niklu, od 1,8 do 4,0% molibdenu, od 0,4 do 0,8% tytanu, od 0,65 do 1,0% glinu, max. 0,02% fosforu, max. 0,02% siarki, oraz żelazo i zwykłe zanieczyszczenia, z n a m i e n n a t y m, że zawiera wagowo od 4,0 do 8,0% chromu, od 0,001 do 0,005% boru i od 0,005 do 0,15 cyrkonu.

3. Stal chromowo-niklowo-molibdenowa odporna na korozję, o wysokiej wytrzymałości, dobrej spawalności, stosowana zwłaszcza na urządzenia energetyczne i siłowni jądrowych, zawierająca wagowo max. 0,03%

węgla, od 0,1 do 0,4% krzemu, od 0,05 do 0,25% manganu, od 8,0 do 12% niklu, od 1,8 do 4,0% molibdenu, od 0,4 do 0,8% tytanu, od 0,65 do 1,0 glinu, max. 0,02% fosforu, max. 0,02% siarki, oraz żelazo i zwykłe zanieczyszczenia, z n a m i e n n a t y m, że zawiera wagowo od 4,0 do 8,0% chromu, max. 0,25% niobu, od 0,02 do 1,0% wanadu, od 0,03 do 0,25% tantalu i od 0,02 do 0,15% wolframu.