



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

257822

(11)

(B1)

(22) Prihlášené 11 10 85
(21) PV 7290-85

(51) Int. Cl.⁴

C 22 C 38/04

(40) Zverejnené 12 11 87

(45) Vydané 14 04 89

(75)

Autor vynálezu

ŠTEFAN BLÁŽEJ ing. CSc., KOVÁČ FRANTIŠEK RNDr. CSc.,
ŠIMON ARPÁD ing. CSc., BAČO JÚLIUS ing., PARILÁK LUDOVÍT ing. CSc.,
HORŇÁK VLADIMÍR ing., KOŠICE

(54) Vysokopevná zvariteľná oceľ pre tvárnenie za studena

Vysokopevná zvariteľná oceľ, ktorá má veľmi dobrú kombináciu pevnostných a plastických vlastností a súčasne sa vyznačuje dobrou odolnosťou voči krehkému lomu pri nízkych atmosférických teplotách. Oceľ obsahuje v % hmotnosti 0,04 až 0,12 % C, 0,5 až 1,9 % Mn, 0,05 až 0,65 % Si, stopy až 0,020 % P, stopy až 0,015 % S, sumárny obsah Cu + Cr + Ni + Mo je menší ako 0,6 %, 0,015 až 0,090 % Al, 0,015 až 0,200 % Ti, 0,015 až 0,150 % V a 0,006 až 0,030 % N. Prednosti ocele vyniknú najmä vtedy, ak pri jej výrobe sa použije kontinuálny spôsob odlievania a uplatnenia sa známe technológie riadeného valcovania. Oceľ možno s výhodou uplatniť pri výrobe dynamicky namáhaných súčiastok vyrábaných tvárením za studena, pre zvarané časti konštrukcií pracujúcich za nízkych atmosférických teplot. Výhodná je najmä pre nosné časti transportných zariadení.

Vynález sa týka vysokopevnej zvariteľnej ocele s jemnozrnnou štruktúrou, ktorá popri vysokej medzi sklzu vykazuje výbornú odolnosť voči krehkému lomu pri nízkych atmosférických teplotách a dobrú plasticitu, ktorá ju predurčuje k tvárneniu za studena.

Moderné konštrukčné zvariteľné mikrolegované ocele dosahujú vysoké pevnostné parametre a pri dôslednom uplatňovaní riadeného valcovania aj dobrú odolnosť voči krehkému lomu pri nízkych atmosférických teplotách. Podobne sa darí dosahovať dobrú kombináciu pevnostných a plastických vlastností, kde sú progresívne najmä dvojfázové ocele. Ocele, ktoré by mali popri vysokej medzi sklzu aj dobrú odolnosť voči krehkému lomu a súčasne výbornú plastičnosť, nie sú riešené.

Túto medzeru vyplňuje oceľ podľa vynálezu, ktorého podstata je, že obsahuje v percentách hmotnosti 0,04 až 0,12 % C, 0,5 až 1,9 % Mn, 0,05 až 0,65 % Si, do 0,02 % P, do 0,015 % S, sumárne Cu + Cr + Ni + Mo do 0,6 %, 0,015 % až 0,090 % Al, 0,006 až 0,030 % N, 0,015 až 0,200 % Ti, 0,015 až 0,150 % V.

Prednosti tejto ocele vzniknú najmä vtedy, keď je oceľ kontinuálne odlievaná a valcovaná technológiami riadeného valcovania. Pri tuhnutí ocele vznikajú častice TiN, ktoré pri rýchlom ochladzovaní taveniny v kryštalizátore zariadenia pre plynulé odlievanie sú disperzné a rovnomerne rozložené, pričom ich veľkosť klesá pod 1,0 μm , niekedy až pod 0,1 μm . Tieto disperzné častice sú v tuhom roztoku prakticky nerozpustné a tak plnia funkciu inhibitora rastu austenitového zrna. To priaznivo ovplyvňuje nielen jemnozrnnosť ocele, ale aj jej metalurgickú zvariteľnosť.

Kombinácia hliníka, titánu, vanádu a dusíka v oceli je stanovená tak, aby sa v procese riadeného valcovania zjemnilo austenitové zrno a získala optimálna hladina precipitačného spevnenia. Nízky obsah síry a modifikovanie sírniových vmestkov titánom, nízky obsah uhlíka a potlačenie tvorby perlitu chemickým zložením, sú zárukou vysokých plastických vlastností. Oceľ podľa vynálezu sa vyznačuje minimálnou medzou sklzu 420 MPa, minimálnou medzou pevnosti 580 až 720 MPa, minimálnou ťažnosťou $A_5 = 22\%$ a minimálnou kontrakciou $Z = 75\%$. Oceľ má súčasne minimálnu vrubovú húževnatosť pri teplote $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 27 J.cm^{-2} určenú pri skúške vrubovej húževnatosti na vzorkách $10 \times 5 \times 55\text{ mm}$ so Charpyho V-vrubom hĺbky 2 mm.

Popritom má oceľ prednosť v tom, že pri skúške lámavosti za studena na nej nevznikajú trhliny ani pri ohybe o 180° na tŕni s priemerom rovnajúcim sa polovici hrúbky plechu.

K bližšiemu objasneniu podstaty vynálezu sa uvádzajú príklady dvoch tavieb vyrobených v kyslíkových konvertoroch, pri ktorých je aplikované mimopecné odsírenie v panve s následným kontinuálnym odlievaním brám.

Bramy sú valcované na teplej širokopásovej trati na plech hrúbky 4 až 8 mm. Je aplikovaný postup riadeného valcovania s týmito hlavnými technologickými parametrami. Teplota ohrevu brám $1220 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, dovalcovacia teplota $830 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, zvinovacia teplota $585 \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, celkový úber v kontrolnom poradí 65 až 75 %. Po riadenom valcovaní sa plech vyznačuje jemnozrnnou homogénnou feritickou štruktúrou.

1. tavba

Chemické zloženie v hmotnostných percentách: 0,11 % C, 0,58 % Mn, 0,125 % Si, 0,016 % P, 0,012 % S, 0,038 % Cu, 0,042 % Cr, 0,034 % Ni, 0,028 % Mo, 0,034 % Al, 0,125 % Ti, 0,024 % V, 0,010 % N.

a) Plech hrúbky 4 mm. Stredná veľkosť zrna feritu 4,2 μm . Dosiahnuté mechanické vlastnosti ocele v pozdĺžnom smere vzhľadom k smeru valcovania: $R_e = 510\text{ MPa}$, $R_m = 621\text{ MPa}$, $A_5 = 26\%$, $Z = 78\%$; v priečnom smere: $R_e = 536\text{ MPa}$, $R_m = 634\text{ MPa}$, $A_5 = 23\%$, $Z = 76\%$. Pri skúške lámavosti za studena nevznikly trhliny pri ohybe o 180° na tŕni priemeru 2 mm, a to ani na

vzorkách odobratých v priečnom smere. Plastické vlastnosti sa zlepšujú žiňaním v rozmedzí 720 až 950 °C pri poklese pevnostných vlastností. Konkrétne, pri žiňaní 760 °C po dobu 240 sekúnd oceľ má v pozdĺžnom smere k smeru valcovania: $R_e = 440$ MPa, $R_m = 590$ MPa, $A_5 = 30$ %, $Z = 81$ %.

b) Plech hrúbky 5 mm. Stredná veľkosť zrna feritu 3,7 μ m. Dosiahnuté mechanické vlastnosti ocele v pozdĺžnom smere vzhľadom k smeru valcovania: $R_e = 485$ MPa, $R_m = 594$ MPa, $A_5 = 25$ %, $Z = 79$ %; v priečnom smere: $R_e = 506$ MPa, $R_m = 595$ MPa, $A_5 = 23$ %, $Z = 77$ %. Vrubová húževnatosť určená na vzorkách 10 x 5 x 55 mm so Charpyho V-vrubom hĺbky 2 mm dosahuje v pozdĺžnom smere pri -20 °C 125 J.cm⁻², pri -50 °C 72 J.cm⁻², pri -70 °C 32 J.cm⁻². V priečnom smere pri -20 °C je 72 J.cm⁻², pri -40 °C je 35 J.cm⁻². Pri skúške lánavosti za studena podľa ČSN 42 0401 nevznikly trhliny pri ohybe o 180° na tŕni priemeru 2 mm, a to ani na vzorkách odobratých v priečnom smere.

2. tavba

Chemické zloženie v hmotnostných percentách: 0,10 % C, 1,37 % Mn, 0,28 % Si, 0,013 % P, 0,009 % S, 0,045 % Cu, 0,058 % Cr, 0,021 % Ni, 0,019 % Mo, 0,033 % Al, 0,022 % Ti, 0,052 % V, 0,012 % N. Plech hrúbky 8 mm má strednú veľkosť zrna feritu 3,1 μ m. Dosiahnuté mechanické vlastnosti v pozdĺžnom smere: $R_e = 505$ MPa, $R_m = 605$ MPa, $A_5 = 27$ %, $Z = 77$ %; vrubová húževnatosť určená na vzorkách 10 x 5 x 55 mm so Charpyho V-vrubom hĺbky 2 mm dosahuje pri -20 °C 150 J.cm⁻², pri -50 °C 125 J.cm⁻², pri -80 °C 45 J.cm⁻².

V priečnom smere: $R_e = 520$ MPa, $R_m = 608$ MPa, $A_5 = 24$ %, $Z = 75$ %, vrubová húževnatosť pri -20 °C je 68 J.cm⁻², pri -50 °C je 37 J.cm⁻². Pri skúške lánavosti za studena podľa normy ČSN 42 0401 nevznikly trhliny pri ohybe na 180 °C na tŕni priemeru 8 mm, a to ani na vzorkách odobratých v priečnom smere.

Oceľ možno s výhodou uplatniť tam, kde sú náročné požiadavky na pevnostné vlastnosti materiálu a jeho krehkolomovú odolnosť, na dynamicky namáhané konštrukcie, najmä nosné časti transportných zariadení. Keďže oceľ súčasne disponuje mimoriadnou plastičnosťou, možno je uplatniť pri technológiách založených na tvárnení za studena.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Vysokopevná zvariteľná oceľ pre tvárnenie za studena, disponujúca výbornou odolnosťou voči krehkému lomu, okrem železa obsahujúca v percentách hmotnosti 0,04 až 0,12 % C, 0,5 až 1,9 % Mn, 0,05 až 0,65 % Si, stopy až 0,020 % P, stopy až 0,015 % S, sumárny obsah Cu + Cr + Ni + Mo je menší ako 0,6 %, vyznačená tým, že obsahuje 0,015 až 0,090 % Al, 0,015 až 0,200 % Ti, 0,015 až 0,150 % V a 0,006 až 0,030 % N.