



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

269 037

(21) PV 6614-88.D
(22) Prihlášené 05 10 88

(40) Zverejnené 14 08 89
(45) Vydané 31 08 90

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
B 23 K 35/22

(75)
Autor vynálezu

ONDREJČEK PETER ing. CSc.,
MARTIŠÍK ALOJZ ing., BRATISLAVA

(54)

Drôt na oblúkové zváranie v ochrane
plynov

(57) Drôt na zváranie konštrukčných ocelí
triedy pre prácu pri znížených teplotách
je určený na zváranie v elektrickom ob-
lúku, v ochrane plynov, taviacou sa ele-
ktródou s cieľom výrazného posuvu mecha-
nických vlastností zvarového kovu, nam-
jã vrubovú húževnatosť zvarových spojov
pracujúcich v oblasti teplôt do -50 °C,
resp. až - 60 °C. Podstata tohoto nového
drôtu na zváranie spočíva v tom, že
obsahuje 0,02 až 0,05 % hmot. uhlíka,
2,0 až 2,6 % hmot. mangánu, 0,4 až 0,7 %
hmot. kremíka, 0,04 až 0,10 % hmot. tita-
nu a zvyšok do 100 % hmot. železa, spo-
lu s obvyklým množstvom a štruktúrou
nečistôt.

Vynález sa týka drôtu na oblúkové zváranie v ochrane plynov konštrukčných ocelí určených pre prácu pri znížených teplotách.

Doposiaľ sú známe viaceré prídavné materiály vo forme drôtu na zváranie v ochrane plynu a to pre zváranie ručné, mechanizované, alebo automatizované. Všetky majú základnú štruktúru s obsahom C-Mn-Si-Fe. Smerné chemické zloženie má obsah C 0,06 až 0,15 % hmotn., Mn 0,9 až 1,9 % hmotn., Si v max. rozpätí 0,2 až 1,20 % hmotn., zvyšok do 100 % je Fe, a nečistoty P a S sú v obvyklých množstvách.

Medzi doposiaľ známe a zaužívané drôty na zváranie tejto kategórie patria napr. drôty pre zváranie a naváranie uhlíkových a nízkolegovaných ocelí v ochrannej atmosfére CO_2 so smerným chemickým zložením C 0,1 % hmotn., Mn 1,1 % hmotn., Si 0,8 % hmotn., zvyšok do 100 % je Fe a nečistoty P a S v obvyklých množstvách, v inom prípade C 0,1 % hmotn., Mn 1,9 % hmotn., Si 0,7 % hmotn., zvyšok do 100 % je Fe a nečistoty P a S v obvyklých množstvách.

Je známe, že mechanické vlastnosti zvarového kovu závisia od obsahu C, Mn a Si v zvaracom drôte. Mechanické vlastnosti je možné v značnej miere ešte ovplyvniť technologickými parametrami zvaracieho procesu (a následnými podmienkami chladnutia). Značný vplyv na pevnostné vlastnosti a na vrubovú húževnatosť má obsah Mn vo zvarovom kove. Zvarový kov s obsahom cca 1,5 % hmot. Mn predstavuje optimálnu hodnotu tejto legúry vzhľadom na pevnosť a húževnatosť zvarového kovu, pričom pri teplote -40°C dosahuje vrubovú húževnatosť 35 až 60 J.cm^{-2} . Pre zvarací drôt tohoto typu je určená medza pevnosti $R_m = 500 \text{ MPa}$, medza klzu $R_s = 420 \text{ MPa}$, a minimálna priemerná hodnota vrubovej húževnatosti 27 J.cm^{-2} (pri teplote -27°C). Pre iný zvarací drôt tohoto typu sú určené takmer podobné výsledné hodnoty (pri obsahu Mn 1,6 až 1,9 % hmot.): medza pevnosti $R_m = 570 \text{ MPa}$, medza klzu $R_s = 470 \text{ MPa}$, predĺženie má hodnotu 25 %. Minimálna hodnota vrubovej húževnatosti zvarového kovu je 47 J.cm^{-2} pri teplote -40°C . Rovnakými testovacími metódami boli preukázané výsledné hodnoty zvarového kovu, získané z čs. drôtov, uvedených na začiatku: pri obsahu Mn 1,9 % hmot. vykazujú pri teplote -40°C minimálnu stredcovú hodnotu vrubovej húževnatosti zvarového kovu 40,8 J.cm^{-2} . Ďalej je známe, že ďalšie zvyšovanie hodnôt vrubovej húževnatosti zvarového kovu, pre skúšobné teploty do -50°C , resp. do -60°C , je možné dosiahnuť len legovaním Mn, Ni, resp. Mn, Ni, Mo. Obvyklý obsah Ni sa pohybuje v rozpätí od 1,8 do 3,75 % hmot. Ďalší predpis uvádza napr. pre obsah Ni 2,5 % hmot. odpovedajúcu priemernú hodnotu vrubovej húževnatosti 68 J pri teplote -50°C , (teda hodnotu nárazovej práce, ekvivalentne 85 J.cm^{-2}).

Používanie týchto druhov zvaracích drôtov, s obsahom Ni, prinášalo ťažkosti s problémom zvýšenej náchylnosti zvarového kovu k tvorbe horúcich trhlin. Obsah Ni zvyšuje cenu prídavného materiálu. Vzhľadom na spôsob použitia zvarových spojov, za podmienok nízkych prevádzkových teplôt, sú v súčasnosti požadované vyššie hodnoty vrubovej húževnatosti zvarového spoja, než aké sa dosahovali s uvedenými známymi prídavnými materiálmi.

V ostatnej dobe získané výsledky dávajú predpoklady na ďalšie zvyšovanie plastických vlastností zvarového kovu pri nízkych prevádzkových teplotách aj pri použití metódy zvarovania v ochrannej atmosfére plynu taviacou sa elektródou s použitím CO_2 zvaracím drôtom, ktorého chemická skladba je založená na báze C, Mn, Si s definovaným minimálnym obsahom Ti, s vylúčením legúr Ni, alebo Ni, Mo.

Návrh uvedeného chemického zloženia drôtu je založený na niektorých nových poznatkoch získaných pri štúdiu metalurgických podmienok vytvárania zvarového kovu. K týmto patrí napr. že štruktúra zvarového kovu pozostávajúca z acikulárneho feritu

poskytuje optimálne vlastnosti z hľadiska pevnosti, aj vrubovej húževnatosti. Výsledky mnohých výskumných prác bližšie objasňujú vplyv rôznych premenných na tvorbu výslednej štruktúry zvarového kovu. Táto závisí od komplexnej interakcie mnohých faktorov, ako celkového obsahu legúr, veľkosti, rozloženia a chemického zloženia inklúzií, rozmeru primárnych austenitických zŕn, rýchlosti chladnutia zvarového kovu atď. Všeobecný trend pri vývoji prídavných materiálov vedie cez také zlepšenie mikroštruktúr zvarového kovu, ktoré vyžaduje malý obsah legujúcich prvkov, aj keď pre zvýšenie množstva acikulárneho feritu je potrebné udržať istú ich hladinu. Obsah uhlíka v zvarovom kove je možné znížiť na 0,05 %, pričom zvýšenie teploty transformácie je možné kompenzovať zmenou rýchlosti chladnutia, alebo zvýšením obsahu Mn. Optimálny obsah Mn vo vzťahu k tvorbe acikulárneho feritu je 1,5 %. Obsah Si do 0,5 % v zvarovom kove je možné tolerovať, ak sa obsah Mn optimalizuje. Do priameho súvisu s tvorbou acikulárneho feritu sa dáva obsah kyslíka vo zvarovom kove. Pri zváraní v CO_2 obsah kyslíka býva relatívne vysoký, ale existujú spôsoby na jeho zníženie. Zistilo sa, že okrem legovania Mn, Ti, Al k nim patrí aj použitie zvláštného režimu zvárania v oblasti skratového procesu s nízkym napätím na oblúku. K zvýšeniu vrubovej húževnatosti pri nízkych teplotách vedie aj riadenie výskytu nekovových inklúzií. Zistilo sa, že podmienkou zvýšenia hodnôt KCV je získanie zvarového kovu, v ktorom podiel zemných globulárnych inklúzií do veľkosti 0,8 mm tvorí minimálne 80 % bez prítomnosti väčších inklúzií rozmeru nad 1,5 mm. Rovnako sa dokázal priamy vplyv znižovania strednej veľkosti globulárnych inklúzií na hodnotu vrubovej húževnatosti pri záporných teplotách. Potvrdilo sa, že výrazným faktorom ovplyvňujúcim vrubovú húževnatosť zvarového kovu je chemické zloženie inklúzií, ktoré priamo vplyva na nukleáciu acikulárneho feritu.

Podstata drôtu na oblúkové zváranie v ochrane plynov konštrukčných ocelí, určených pre prácu pri znížených teplotách spočíva v tom, že obsahuje 0,02 až 0,05 % hmot. uhlíka, 2,0 až 2,6 % hmot. mangánu, 0,4 až 0,7 % hmot. kremíka, 0,04 až 0,10 % hmot. titanu, zvyšok do 100 % železo, spolu s obvyklým množstvom a štruktúrou nečistôt.

Hlavná výhoda drôtu na oblúkové zváranie v ochrane plynov konštrukčných ocelí určených pre prácu pri znížených teplotách spočíva v tom, že spolupôsobením novej limitovanej chemickej skladby, technologických parametrov a pracovných podmienok, sa dosahuje ďalšie zvyšovanie hodnôt vrubovej húževnatosti až na oblasť hranice 100 J.cm^{-2} pri prevádzkovej teplote -40°C , príp. nad touto hranicou. Túto možnosť chemická skladba typu C, Mn, Si nedávala a to ani priamo s použitím bežných zváracích parametrov, ani pri žiadnej ich variante.

Ďalšia výhoda novej vymedzenej chemickej skladby zváracieho drôtu na báze, C, Mn, Si, Ti, spolu s úzko vymedzenými technologickými parametrami je v poskytovaní optimalizovanej mechanickej pevnosti, v širšom aplikačnom použití, čím sa hodnota vyznačeného drôtu na zváranie ďalej rozširuje a zvyšuje.

Skúšky v jednom prípade overovania vlastností drôtu na zváranie prebehli s priemerom drôtu $\varnothing 1,2$ mm, s chemickou skladbou 0,03 % hmot. uhlíka, 2,25 % hmot. mangánu, 0,4 % hmot. kremíka, 0,08 % hmot. titanu. V podmienkach zváracích parametrov: zváranie napätie $U_z = 21$ V, zvárací prúd $I_z = 200$ A, ochranný plyn CO_2 s prietokom v množstve 12 l.min^{-1} , pri zváracíj rýchlosti $V_z = 20 \text{ cm.h}^{-1}$ a medzi-húsenkovej teplote zvarku $t_z \pm 100^\circ\text{C}$, dosiahla sa pri -40°C priemerná vrubová húževnatosť $K_{CV} = 134 \text{ J.cm}^{-2}$. Ďalej sa skúšali pevnostné vlastnosti čistého zvarového kovu, ktorý pri obsahu C 0,06 % hmot., Mn 1,7 % hmot., Si 28 %

hmot. a Ti 0,04 % hmot., ako vybraného optima skladby, mal medzu klzu 500 MPa, medzu pevnosti 600 MPa, predĺženie 21 % a kontrakciu 66 %.

V inom prípade so zvaracím drôtom toho istého chemického zloženia, boli vykonané skúšky zvarového kovu na zvarku z materiálu ČSN 11 523 pri nasledovných technologických parametroch: zvaracie napätie $U_z = 20$ V, zvarací prúd $I_z = 200$ A, zvaracia rýchlosť $V_z = 20$ m.h⁻¹, ochranný plyn - zmes Ar + 20 % CO₂ s prietokom v množstve 11,5 l.min⁻¹, pri medzihúsenicovej teplote zvarku $t_z \pm 100$ °C. Vrubová húževnatosť zvarového spoja dosiahla nasledovných hodnôt: $K_{CV} = 170$ J.cm⁻² pri teplote $t_p = +20$ °C, 130 J.cm⁻² pri -40 °C a až 70 J.cm⁻² pri -60 °C.

Priamy vplyv na dosiahnutie týchto výsledkov úzko súvisí so znížením obsahu kyslíka a so znížením podielu nekovových inklúzií, ďalej zvýšenie podielu jemnejších inklúzií, čo ďalej súvisí aj so zmenou ich chemického zloženia. Tieto zmeny spôsobili získanie až cca 78 % acikulárneho feritu v sekundárnej štruktúre zvarového kovu, z celkového objemu sekundárnej štruktúry.

Výnález je využiteľný vo výrobe prídavných materiálov uvedeného typu, pri ďalšom výskume a vývoji v tejto oblasti a pri výrobe zvarkov pracujúcich pri zvýšených a nízkych pracovných teplotách.

P R E D M E T V Ý N Á L E Z U

Drôt na oblúkové zvaranie v ochrane plynov konštrukčných ocelí určených pre prácu pri znížených teplotách vyznačujúci sa tým, že obsahuje 0,02 až 0,05 % hmotnostných uhlíka, 2,0 až 2,6 % hmotnostných mangánu, 0,4 až 0,7 % hmotnostných kremíka, 0,04 až 0,10 % hmotnostných titanu a zvyšok do 100 % hmotnostných železa, spolu s obvyklým množstvom a štruktúrou nečistôt.