



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

266 979

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
G 01 N 33/20

(21) PV 9820-87.0
(22) Prihlášené 27 12 87

(40) Zverejnené 12 05 89
(45) Vydané 14 12 90

(75)

Autor vynálezu

HRBÁĽ PAVEL ing. CSc., VITÁSEK MARTIN ing., BRATISLAVA

(54)

Spôsob skúšania studenej praskavosti ocele

(57) Riešenie sa týka spôsobu skúšania studenej praskavosti ocele v podhúsenicovej oblasti za účelom stanovenia počtu povolitelných opakovaní opráv poškodených zvarových spojov. Podstata tohoto spôsobu spočíva v modifikačnom rozšírení známej skúšky studenej praskavosti ocelí zváraných metódami elektrického oblúka obalenom elektródou s automatickým podávaním zvaracieho drôtu v ochrane plynu, netaviacou sa elektródou v ochrane Ar, resp. aj metódou zvárania pod tavivom uhlíkatých nízkolegovaných a mikrolegovaných ocelí. Podľa tohoto spôsobu rozdelí sa, v dvoch samostatných zvarových húseniciach, na každý diel dvojdielnej vzorky, zvaracím procesom privádzané teplo na dve časti: časť tepla na diel s tvarom zvarového úkosu 1/2 X v hodnote 36 až 50 % a časť tepla na diel s planárnou, šikmou plochou zvarového úkosu v hodnote 88 až 50 %, pričom súčet oboch hodnôt vneseného tepla dáva hodnotu 100 %. Počet únosných a bezpečných opakovaní opráv studenými prasklinami poškodeného zvarového spoja sa zisťuje počtom skúšobných opakovaní na predpísanej vzorke tak, že po určenom počte samostatných dielčích húseníc a po odstránení ich prevýšenia a úprave na pôvodný tvar a rozmery, vykoná sa kritický koreňový zvarový spoj a sleduje sa výskyt prvej podhúsenicovej praskliny známymi metódami.

Vynález sa týka spôsobu skúšania studenej praskavosti ocele zaťaženej postupným vrstveným zváraním elektrickým oblúkom ručne obalenými zvaracími elektródami, poloaufomaticky, alebo automaticky v ochrane plynom, ručne, alebo automaticky netaviacou sa elektródou v ochrane argónu, alebo na predĺženej vzorke automaticky pod taviom za účelom určenia maximálneho prípustného počtu únosných a bezpečných, na to isté miesto opakovaných zvarov, alebo návarov, bez výskytu prasklín v teplom ovplyvnenej oblasti, alebo v jej najbližšej tesnej vzdialenosti smerom do základného materiálu.

Doposiaľ sa neustále opakujú prípady výskytu zvarových spojov nevyhovujúcej kvality na uhlíkatých, nízkolegovaných a mikrolegovaných oceliach. V únosných prípadoch sa tieto zvarové spoje opravujú odstránením chybného úseku spoja a jeho opätovným, niekedy viacnásobným zváraním. Je známe, že vrstvené, na to isté miesto, vnášané teplo, podľa štruktúry základného materiálu a podmienok zvarovania osamotene, alebo spolu s ďalšími činiteľmi, akým je napr. vodík a ďalšie, mení vlastnosti základného materiálu, často ho degraduje v neúnosnej miere.

Doposiaľ sa na zachytenie a hodnotenie dosiahnutia neprípustného stupňa degradácie základného materiálu, ako je napr. posun, alebo porucha z mechanických vlastností, posun, alebo porucha odolnosti voči vzniku studených prasklín a pod., používajú nepriame metódy. Sem patrí najmä meranie tvrdosti, skúška rázom v ohybe, lámavosti, skúška ťahom, lomovej húževnatosti statickej a dynamickej, metalografické hodnotenia a pod. V praxi sa ukázalo, že ani jedna z doteraz používaných metód nie je schopná prekonať poznanie o stave v štruktúre kovu zvaru, odpovedajúce problému ovplyvnenia zváraním, alebo naváraním, za podmienky jediného vykonaného tepelného ovplyvnenia. Ani jedna z nich nie je schopná za súčasných podmienok prognózovať stavy po viacnásobnom tepelnom a ostatnom ovplyvnení, ak nebolo vykonané. Odvodzovanie exaktných, alebo prijateľne presných závislostí a relácií medzi náchylnosťou materiálu ku vzniku podhúsenicových trhlin a porúch, a medzi podmienkami reálneho zaťaženia zvarového spoja, je stále problematické najmä čo do metodologickej výbavy a prístupnosti. Celú oblasť komplikujú ešte nekonštantné vzťahy medzi rôznymi druhmi materiálov a vlastnými podmienkami, v ktorých boli skúšky vykonané. Cena skúšok je vysoká.

Podstata skúšania studenej praskavosti ocele zaťaženej postupným, vrstveným zváraním, rôznymi zvaracími metódami, spočíva v tom, že na základný materiál dvojdielnej vzorky pre skúšanie studenej praskavosti sa navaria dve samostatné, prvé húsenice, každá zvlášť na prvý a druhý diel, každá svojimi rovnakými zvaracími parametrami, ktoré sa odvodí z bežných zvaracích parametrov pre koreňovú húsenicu znížením hodnoty vnášaného tepla na 36 až 88 % pre každú samostatnú húsenicu. Potom sa diely skúšobnej vzorky ochladia voľne na vzduchu, na teplotu okolia, pričom po vychladnutí a po uplynutí min. 16 hodín sa prevýšenia húseníc opracujú na pôvodné hodnoty tvaru a rozmerov zvarového úkosu, opakuje sa druhá a ďalšie húsenice v potrebnom počte rovnakým postupom a rovnakými svojimi parametrami, každý cyklus samostatnej húsenice bez prerušenia, so začiatkom a koncom na rovnakom mieste, a opakuje sa tiež druhé až posledné opracovanie prevýšenia húseníc. Potom sa oba diely vzorky na oboch koncoch spoja vo zvarovom spoji tvaru "X" a navarí sa posledná, kritická húsenica, spájajúca koreňovú časť oboch dielov vzorky, a po vychladnutí voľne na vzduchu a uplynutí min. 16 hodín sa posúdi výskyt prvých prasklín, pričom platí, že počet húseníc do výskytu prvej praskliny, včítane poslednej, criticalkej húsenice, znížený o jeden, je rovný počtu únosných, bezpečných opakovaní koreňových a nosných zvarov, alebo návarov. Pritom zníženie hodnoty vnášaného tepla mierou 36 až 88 % sa dosiahne napr. zmenou zvaracej, alebo naváracej rýchlosti, pričom hodnôt 36 až 50 % množstva vneseného tepla sa použije na diel vzorky s tvarom úkosu 1/2 X, a hodnôt 88 až 50 % na diel vzorky s planárnou, šikmou plochou úkosu, a jednotlivé navárové zvarové húsenice sa realizujú svojimi rovnakými zvolenými parametrami tak, aby súčet dielčích hodnôt množstva vneseného tepla príbuznej dvojice húseníc dával hodnotu 100 %-nú.

Hlavné výhody tohoto spôsobu skúšania praskavosti ocele zaťaženej postupným vrstveným zváraním, spočívajú v priamom zistení, alebo overení buď presného konečného počtu únosných

a bezpečných možných opakovaní zvarovania na tom istom mieste, napr. za účelom opakovanej opravy zvarového spoja, alebo v priamom a presnom overení istoty, že určitý daný počet opakovaného zvarovania na tom istom mieste neprekročí kritický počet opakovaní, spojený s výskytom podhúsenicových studených trhlin a porúch.

Spôsob je rovnocenne použiteľný tiež v prípadoch overenia vhodnosti aplikácie zvaracieho procesu na spoje základného materiálu ovplyvneného tlakom a teplom iných procesov, napr. konštrukcií chemických a iných reaktorov, výmeníkov a pod., na zvarové spoje konštrukcií a dielov kotlových sústav a pod., na zvarové spoje základného materiálu už ovplyvneného predchádzajúcimi tepelnými procesmi, napr. kyslíkovým rezaním a pod. Tento spôsob umožňuje lepšie využitie vlastností materiálu, resp. úsporu materiálu v prípadoch, ktoré pri existujúcej metodologickej výbave viedli k vylúčeniu ďalšieho použitia pre neisté výsledky testov.

Týmto spôsobom sú, pre daný účel, úplne prekonané doteraz používané nepriame metódy. Cena skúšky, alebo overenia podľa tohoto spôsobu je značne nižšia.

Skúška, v jednom z mnohých prípadov overovania náchylnosti základného materiálu na vznik podhúsenicových, studených prasklín, bola vykonaná za účelom definovania prípustného počtu opakovaní zvarových spojov v prípade nevyhovujúceho prvého až n-tého zvarového spoja potrubia produktovodu z ocele St E 480.7 TM, s hrúbkou steny 15,9 až 16,1 mm, pri teplote prostredia +1, +20 a +70 °C, a to dvomi spôsobmi za použitia metódy zvarovania elektrickým oblúkom. Prvý, laboratórny, bol založený na vyhľadani optimálnych zvaracích parametrov a to na dvojdielnej vzorke vyrezanej z reálnej rúry. Vzorka, každý diel, bola upravená predpísaným spôsobom. Do stredného úseku jedného dielu vzorky, s tvarom zvarového úkosu 1/2 "X" bola uložená prvá húsenica s vynechaním voľných miest o dĺžke 2 až 3 mm na začiatku a na konci zvarového úkosu, a to zvaracími parametrami pre tepelný výkon o veľkosti 42 % celkovej hodnoty normálnych zvaracích parametrov (zvýšením rýchlosti na 2,38 - násobok), zatiaľ čo do protiúseku druhého dielu vzorky, s tvarom planárnej, šikmej plochy, bola uložená tiež prvá húsenica, rovnakým spôsobom, a to zvaracími parametrami pre tepelný výkon o veľkosti 58 % celkovej hodnoty normálnych zvaracích parametrov (zvýšením rýchlosti na 1,92 - násobok), takže súčet oboch tepelných výkonov/príkonov bol 100 %, ergo totožný s pomermi na nedelenej zvarovej (koreňovej) húsenici. Potom sa húsenicové prevýšenie oboch dielov vzorky spracovalo na úroveň východných tvarov a rozmerov. Nasledovali ďalšie húsenice a opracovania rovnakými parametrami po predchádzajúcom min. 16-hodinovom prerušení, na tie isté miesta, v rovnakom smere. Po určenom počte (3,5,7x) sa oba diely spojili zvaraním predpísaným a známym spôsobom na oboch koncoch na quázituhý celok a potom sa uložila posledná (4,6, resp. 8-ma), kritická húsenica normálnymi parametrami. Pritom sa vzorky vždy po uložení húseníc nechali vychladnúť voľne na vzduchu, pri teplote prostredia. Pri zohľadnení teplôt okolia a tiež materiálu vzoriek po 20-hodinovej kľudovej prestávke, bol konštatovaný výskyt trhlín po 4 zvaraní. Pre daný materiál, zvaracie parametre a metódu, prídavný materiál (koreň E-B 122 Ø 2,5 mm) a pre použitú zvaraciu metódu je odporúčaný maximálny počet na tom istom mieste opakovaných zvarových spojov do počtu 3, ktorý počet sa nesmie prekročiť a je počtom únosných a bezpečných opakovaní koreňových a nosných zvarov, včítane prvého, závadného zvarového spoja.

V priebehu týchto skúšok sa ukázalo, že nie je možné vylúčiť poruchy materiálu, z toho niektoré v teplom ovplyvnenej podhúsenicovej oblasti. Potvrdilo sa, že pri zachovaní parametrov a podmienok pôvodnej skúšky odolnosti zvarových spojov proti studenej praskavosti, a parametrov a podmienok podľa tohoto vynálezu, nepôjde zásadne, pri kvalifikovanom určení počtu únosných opakovaní opráv zvarových spojov - o poruchy studenej praskavosti, ale o ďalšie poruchy, ktoré majú iné príčiny. Tieto poruchy sa identifikujú príslušnými známymi metódami a ich príčiny je potrebné vyhľadať zvlášť. Platí teda, že prípadný výskyt prasklín z iných príčin, ako z podmienok studenej praskavosti sa dokazuje ďalšími príslušnými metódami, resp. obrana proti ich vzniku bude mať iný základ, ako je popísaný v tomto vynáleze. Pokračujúca ďalšia skúška zohľadňovala praktické operatívne podmienky. Modifikovaná skúška v reálnom tvare zohľadňovala úplné zvarenie potrubia o Ø 1 220 mm, so stenou hrúbky 15,9 až 16,1 mm, pričom postupné vrstvenie ukladaného tepla zvaracím procesom bolo definované

rozrušením zvarového spoja a následným nosným zvarom. Koreňové húsenice boli robené obalenou elektródou E-B 122, Ø 2,5 mm, nosné zvary elektródou E-B 242, Ø 3,15 mm, pôvodný zvar bez predohrevu, teplota prostredia +1 a +20 °C v prípade opráv však už zvarok s teplotou predohrevu a inderpass po celom obvode rúry min. 70, max. 150 °C, v páse šírky 150 až 200 mm. Chladnutie vždy po skončení celého zvaracieho cyklu prebehlo vždy na vzduchu, voľne s prestávkou 20 hod. Skúšky boli robené s nepodloženým koreňom, ako nepriaznivejšie. Rozrušenie, resp. delenie zvarového spoja sa robilo elektrickým oblúkom, uhlíkovou elektródou, tvarovanie zvarového úkosu ručne brúskou. Vo všetkých prípadoch boli použité bežné zvaracie parametre. Skúška v operatívnych podmienkach na materiáli St E 480.7 TM potvrdila možnosť 3-násobného zvarového spoja na tom istom mieste zvaru (prvý originálny a dve opravy). Opravované miesto sa musí označiť s vyznačením počtu opráv. Pri vyčerpaní odporúčaného únosného počtu opakovaní z titulu studenej praskavosti zvarových spojov na tom istom mieste zvaru, pre ďalší (nadpočetný) zvarový spoj je potrebné úplne odstrániť starý zvarový spoj a podhúsenicový objem teplom ovplyvnenej oblasti s určitou rezervou do teplom neovplyvneného základného materiálu.

Vynález je využiteľný pri stavbe plynovodov, produktovodov, vodovodov a rozvodov energetických a chemických prevádzok, jadrových blokov a pod., konštruovaných z uhlíkatých, nízkolegovaných a mikrolegovaných ocelí.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

1. Spôsob skúšania studenej praskavosti ocele zaťaženej postupným vrstveným tepelným ovplyvnením zvaracím procesom, pri zváraní elektrickým oblúkom obalenou elektródou, s automatickým podávaním zvaracieho drôtu v ochrane plynu, netaviacou sa elektródou v ochrane Ar, resp. aj metódou zvárania pod tavivom uhlíkatých, nízkolegovaných a mikrolegovaných ocelí, vyznačujúci sa tým, že na základný materiál dvojdielnej vzorky pre skúšanie studenej praskavosti sa navaria dve samostatné húsenice, zvlášť na prvý a na druhý diel, každá svojimi, rovnakými zvaracími parametrami, ktoré sa odvodí z bežných zvaracích parametrov pre koreňovú húsenicu, znížením hodnoty vnášaného tepla na 36 až 88 % pre každú samostatnú húsenicu, potom sa diely skúšobnej vzorky ochladia voľne na vzduchu na teplotu okolia, a po ochladení sa prevýšenie húseníc opracuje na pôvodné hodnoty tvaru a rozmerov zvarového úkosu, opakujú sa druhá a ďalšie húsenice v potrebnom počte, rovnakým postupom a rovnakými parametrami, každý cyklus samostatnej húsenice bez prerušenia, so začiatkom a koncom na rovnakom mieste, a opakuje sa tiež druhé až posledné opracovanie prevýšenia húseníc, potom sa oba diely vzorky na oboch koncoch spoja zvarovým spojom tvaru "X", navarí sa posledná, kritická húsenica, spájajúca koreňovú časť oboch dielov vzorky, a po vychladení voľne na vzduchu sa posúdi výskyt prvých prasklín, pričom platí, že počet húseníc do výskytu prvej praskliny, včítane poslednej, kritickej húsenice, znížený o jednu, je rovný počtu únosných a bezpečných opakovaní koreňových a nosných zvarov, alebo návarov, pričom skúšobná vzorka sa vždy po navarení jednotlivých húseníc a pred vyhľadáním porúch ponechá v klude minimálne 16 hodín.

2. Spôsob podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že zníženie hodnoty vnášaného tepla mierou 36 až 88 % sa dosiahne napr. zmenou zvaracej alebo naváracej rýchlosti, pričom hodnôt 36 až 50 % množstva vneseného tepla sa použije na húsenicu uloženú na diel vzorky s tvarom zvarového úkosu 1/2 "X", a hodnôt 88 až 50 % množstva vneseného tepla sa použije na húsenicu uloženú na diel vzorky s planárnou, šikmou plochou zvarového úkosu, a jednotlivé zvarové (návarové) húsenice sa realizujú rovnakými svojimi zvolenými parametrami tak, aby súčet dielčích hodnôt množstva vneseného tepla príbuznej dvojice húseníc dával hodnotu 100 %.