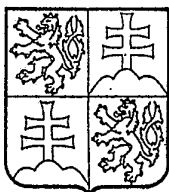


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATÍVNA
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNY ÚRAD
PRE VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍU

272 858

(21) PV 4509-88.W
(22) Prihlášené 27 06 88

(40) Zverejnené 13 06 90
(45) Vydané 16 12 91

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁵
B 23 K 9/16

(75) Autor vynálezu ÁBEL IVAN,
BANKO VLADIMÍR, BRATISLAVA

(54) Spôsob prípravy zvarových spojov bodovým stehovaním kovových, hlavne oceľových materiálov

(57) Spôsob prípravy zvarových spojov bodovým stehovaním pred zváraním kovových, najmä oceľových materiálov hrúbky 0,1 až 4 mm, do dĺžky zvarových hrán 400 mm, v upínacom prípravku s prítlakom, s limitovanou vzdialenosťou zvarových čiel do hodnoty 1/10 hrúbky materiálu s použitím plazmového oblúka, s polohovaním stopy preneseného plazmového oblúka do miesta zvarových hrán a so stehovaním zvarovými bodmi o optimálnej rozteči 2,66 až 120-násobku hrúbky stehovaného materiálu pre rozpätie hrúbok od 0,1 do 1,5 mm a zvarovými bodmi o optimálnej rozteči 0,75 až 20-násobku hrúbky stehovaného materiálu pre rozpätie hrúbok od 1,5 do 4 mm, je určený na tvarovo, rozmerovo, napäťovo deformačne homogenizačnú predprípravu dvoch dielov zvaru v štádiu ich spojenia pred štádiom plného metalurgického spoja v celom priemere zvarového spoja. Polohovacia hodnota výkonu preneseného plazmového oblúka je v rozsahu

od $N_1 = N/22,3$ do $N_2 = N/6,75$

kde N_1 je dolná krajná medza polohovacej hodnoty výkonu preneseného plazmového oblúka, N_2 je horná krajná medza polohovacej hodnoty výkonu preneseného plazmového oblúka, N je plný zvarací výkon preneseného plazmového oblúka podľa hrúbky zvarového materiálu v kW.

Vynález sa týka spôsobu prípravy zvarových spojov bodovým stehovaním kovových, hlavne oceľových materiálov hrúbky 0,1 až 4 mm, vo forme pásov a plechov, v upínacom prípravku s prítlakom umožňujúcim posuv dielov zvaru len počas stehovania, na podložke s dotlačnými tupými zvarovými plochami, alebo ich časťami, a zvárania mikroplazmovým, plazmovým alebo elektrickým oblúkom v ochrannom plyne netaviacou sa elektródou.

Pásky, plechy a pod. s menšou hrúbkou steny, napr. 0,1 až 1 mm, resp. až 4 mm pri primeranej šírke pásu, je potrebné súso a kvalitne napojiť, čo sa robí zváraním, napr. natupo, mikroplazmovým, plazmovým, alebo elektrickým oblúkom v ochrannom plyne netaviacou, alebo aj taviacou sa elektródou do úkosu. Zvára sa priamo, bez predbežného stehovania, aj so stehovaním, v niektorých prípadoch sa čelá, resp. zvarové hrany upravujú, zvára sa bez, ale aj vo zväzacom prípravku s tuhým upnutím. Zvára sa v linkách i mimo nich, v niektorých prípadoch za chodu linky, v prípadoch ktoré to neprípúšťajú sa zvára za klúdu. Zvárajú sa oceľové aj iné materiály, a to od šírky 15 až 20 mm do 2000 mm, ba aj vyššie. V oblasti hrúbok 0,1 až 1 mm sa s výhodou využíva mikroplazmových metód. Ďalšie metódy sa používajú na zváranie materiálov hrúbok nad 1 mm. Pritom zváranie netaviacou sa elektródou dáva možnosti dosahovať rozmery zvarového spoja v profile hrúbky zváraného materiálu, bez následnej potreby ďalšieho opracovania.

Zvarové čelá tiež vznikajú strihom a ich rovinnosť, priamočiarosť, rovnobežnosť, hladkosť pásov a čiel a prípadne kolmosť na hlavné plochy pásov nebýva vo výhodnom stave pre úspešné zvládnutie zvaracieho procesu.

V prípade oceľových materiálov, najmä u magneticky vodivých, robí značné problémy polohovanie zvaracieho horáka tak, aby po prenesení napr. plazmového oblúka na stehované diely budúceho zvaru s plným výkonom mali obe horúce stopy, každá na svojom dieli, aspoň približne rovnakú veľkosť (max. vychýlenie je limitované pomerom plochy stop cca 54 : 46 %). Pri väčšej odchýlke nie je možné kvalitné stehovanie, resp. zváranie, prípadne je úplne nemožné. Tento problém sa viaže s polohovaním zvaracieho horáka prostredníctvom polohovania stopy preneseného plazmového oblúka do miesta zvarových hrán.

Hlavné nedostatky viacnásobne nevhodného delenia, resp. úpravy čiel tupého zvarového spoja spočívajú v tom, že po dotlačení čiel zváraných pásov je šírka medzery medzi nimi rôzna, kolísajúca od dotyku čiel až po ich vzdialenie sa v hodnote väčšej ako je akceptovateľné metalurgickým procesom zvárania, alebo je medzera nerovnobežná, rozširujúca sa, úbežná s neprijateľnou veľkosťou medzery a pod. V prípade hrubších plechov by bolo žiadúce presné opracovanie na úplnú rovnobežnosť čiel, čo je nákladné, v prípade tenších plechov a fólií je dodatočné opracovávanie po strihaní veľmi obtiažne. Potom zváranie takýchto nastavených pásov, plechov a pod., vykazujúcich medzery medzi čelami, je buď nemožné, alebo obtiažne s tým, že prepálené miesta je potrebné dodatočne opracovať. Ak je defektom neprevarený koreň zvarového spoja, je dokonca možné pretrhnutie pásu v priebehu technologického procesu a nutnosť nového, opakovaného spájania zváraním.

Podstata spôsobu zvarových spojov bodovým stehovaním pred zváraním kovových, najmä oceľových materiálov hrúbky 0,1 až 4 mm, do dĺžky zvarových hrán 400 mm, v upínacom prípravku s prítlakom, s limitovanou vzdialenosťou zvarových čiel do hodnoty 1/10 hrúbky materiálu s použitím plazmového oblúka, s polohovaním stopy preneseného plazmového oblúka do miesta zvarových hrán, a so stehovaním zvarovými bodmi o optimálnej rozteči 2,66 až 120 - násobku hrúbky stehovaného materiálu pre rozpätie hrúbok od 0,1 do 1,5 mm, a zvarovými bodmi o optimálnej rozteči 0,75 až 20 - násobku hrúbky stehovaného materiálu pre rozpätie hrúbok od 1,5 do 4 mm, spočíva v tom, že polohovacia hodnota výkonu preneseného plazmového oblúka má veľkosť v rozsahu

$$\text{od } N_1 = \frac{N}{22,3} \quad \text{do} \quad N_2 = \frac{N}{6,75}$$

kde N_1 je dolná krajná medza polohovacej hodnoty výkonu preneseného plazmového oblúka,

N_2 je horná krajná medza polohovacej hodnoty výkonu preneseného plazmového oblúka, N je plný zvarací výkon preneseného plazmového oblúka hrúbky zváraného materiálu v kW.

Vlastné zváranie v prípade faldovania po stehovaní v ploche jedného, alebo oboch dielov, sa začína zváraním zo strany vzdialenejšej od faldy, končí na osi faldy, potom pokračuje z opačnej strany rovnako. Zvarací prúd na stehovanie je rovný, alebo max. o 50 % vyšší ako vlastný zvarací prúd pre zhotovenie tupého zvarového spoja.

Hlavné výhody spôsobu prípravy zvarových spojov bodovým stehovaním v upínacom prípravku s regulovateľným prítlakom napr. oceľových pásov hrúbok 0,1 až 4 mm, uvedenými technológiami, spočívajú v preklenutí nedostatkov vyvolaných nepresným delením a prípravou zvarových ploch, príp. v úplnej výluke presnejšej úpravy zvarových ploch, pričom medzerové defekty dvoch vzájomných zvarových ploch umožňuje tento spôsob odstraňovať použitím čiastočného, polohovacieho výkonu, preneseného plazmového oblúka (resp. mikroplazmového oblúka a elektrického oblúka), využitého na fázu účinného polohovania stopy plného zvaracieho výkonu preneseného plazmového oblúka a tým na kvalitnú lokalizáciu zvarového bodu každého stehu postupne, pričom je kvalita lokalizácie zvarového bodu definovaná polohovacím výkonom preneseného plazmového oblúka v limitovanom rozpätí. Ďalej patrí k výhodám tohoto spôsobu prípravy zvarových spojov bodové stehovanie zvarovými bodmi, o limitovanej rozteči podľa hrúbky zváraného materiálu, pričom definičný obor limit roztečí zvarových bodov je vyjadrením prijateľného rozpätia stavu a vplyvu postupne ukladáneho tepla do zvarku pri stehovaní, čo sa v rezultáte prejavilo distribúciou vnútorných napätí bez efektu dodatočného faldovania, vylúčením potreby prídavného materiálu, dosahovaním tvaru a rozmerov zvarového spoja totožných so základným profilom zvarku, dosahovaním úplného prevarenia koreňa zvaru. Zvarové spoje majú vyhovujúcu pevnosť. Úplne sa vylúčili zvarové spoje s rôznou šírkou hlavy, resp. koreňa, zvarové spoje s poruchami koreňovej časti. Ďalšie opracovávanie hlavy aj koreňa úplne odpadá. Vylúčilo sa opakované zváranie napojenia. Vylúčili sa prepálené, alebo vypadnuté miesta v kontinuite zvarového spoja.

Na výbere vzoriek dĺžok 100, 210 a 400 mm, hrúbok 0,1, 0,3, 0,5, 0,6, 1,5, 3 a 4 mm, z materiálu ČSN 12 014, bol aplikovaný mikroplazmový a plazmový oblúk v inertnom plyne (Ar) s netaviacou sa elektródou, zavedený spôsob podľa predmetu vynálezu a vykonané skúšky optického vyhodnotenia stupňa vyosenia, resp. súososti napojených pásov, pevnostné skúšky (ťah, hĺbenie). Vykonali sa skúšky ručným a mechanizovaným zváraním, bez prídavného materiálu. V prvom kroku boli stanovené a preskúšané parametre vlastného zvárania, pre zvarový spoj natupo, pre každú hrúbku materiálu zvlášť. Vlastné zvaracie parametre (100%) pre hrúbky 0,1, 0,6, 1,5 a 4 mm: (ručné/mechanizované zváranie - mikroplazma).

Zvarací prúd	- 1,8 - 15 - 35 - 100	A
zvaracia rýchlosť	- 120 - 180 - 260 - 160	mm.min ⁻¹
plazmový plyn (Ar)	0,15 - 0,2 - 0,2 - 0,2	l.min ⁻¹
ochranný plyn (Ar+5%H ₂)	4,5 - 5 - 5 - 5	l.min ⁻¹
vzdialenosť miesta		
prítlaku zvarku od		
zvarových hrán	0,3 - 2,5 - 5 - 15	mm
Horák - MZH 6 a 7, sklon v smere zvárania	konšt. = 15°	uhl.

Skúšky spojené s vyhľadávaním veľkosti hodnoty predbežného, polohovacieho výkonu preneseného plazmového oblúka, použiteľného ako pri stehovaní, tak pri dodatočnom zváraní zostehovaných dielov zvarku, úzko súviseli so stanovením limitovaného rozpätia čiastkového výkonu oblúka s tepelným vplyvom na zvarok, pričom hodnota vľavo určuje takú únosne menšiu dávku výkonu, ktorý síce dovoľí väčšie vychýlenie dráhy oblúka a definuje teda (ešte prijateľne falošnú) polohu stopy na oboch dieloch zvarku, ktorá poloha je ešte polohovaním horáka korigovateľná a súčasne je dostatočne svietivá pre presné vyhodnotenie oboch dielov stopy. Hodnotu vpravo určovala taká dávka únosne väčšieho výkonu, ktorý sí-

ce dovoľí želiteľné minimálne vychýlenie dráhy oblúka a definuje prijateľne presne polohu stopy na oboch dieloch zvaru, ktorá poloha musí byť korigovaná polohou zvaracieho horáka len v minimálnej miere, po prenesení plného výkonu na zvarok, pričom stopa je svietivá, dobre hodnotiteľná, ale prenesený tepelný príkon (výkon oblúka) je limitovaný smerom hore tak, aby ešte nenatavoval povrch dielov zvaru. Skúšky ustálili dolnú hodnotu na 4,5 a hornú hodnotu na 14,8 % plného výkonu preneseného plazmového oblúka pri teplote okolia 16 až 20 °C.

V ďalšom kroku sa skúšky zamerali na vyhľadanie tolerančného podľa roztečí zvarových bodov stehovania, a to s ohľadom na postupné vkladanie tepla a jeho využitie na tvarovú a rozmerovú lokalizáciu materiálu, hlavne v tesnom okolí zvarových hrán s využitím síl vnútorných napätí na trvalú deformáciu, v zameraní na potlačenie vzniku faldovania, resp. na jeho primerané obmedzenie.

Na materiáli hrúbky 0,1 mm, pri zvolenom zvaracom prúde 1,8 A, boli zvolené viaceré hladiny polohovacieho výkonu preneseného plazmového oblúka (horák MZH 6): 0,08 A, 0,18 A a 0,27 A. Ďalej na materiál hrúbky 0,6 mm, pri zvolenom zvaracom prúde 14,6 A, boli zvolené viaceré hladiny polohovacieho výkonu preneseného plazmového oblúka: 0,65 A, 1,7 A a 2,23 A. Na materiál hrúbky 1,5 mm, pri zvolenom zvaracom prúde 35 A, boli zvolené viaceré hladiny polohovacieho výkonu preneseného plazmového oblúka: 1,6 A, 3,8 A a 5,3 A. Na materiál hrúbky 4 mm, pri zvolenom zvaracom prúde 100 A, boli zvolené viaceré hladiny polohovacieho výkonu preneseného plazmového oblúka: 4,6 A, 9,5 A a 15 A. Ďalej pre stehovanie jednotlivých hrúbok materiálov boli zvolené viaceré hladiny výkonu preneseného plazmového oblúka pre stehovanie zvarovými bodmi: pre hrúbku 0,1 mm 1,8 A a 2,5 A, pre hrúbku 0,6 mm 15 A a 21,5 A, pre hrúbku 1,5 mm 35 A a 52 A a pre hrúbku 4 mm 100 A a 150 A. Uvádzajú sa len krajné, resp. stredné kontrolné hodnoty prúdov, ktoré vyznačovali zlomy okrajových hodnôt.

Pre jednotlivé hrúbky boli za uvedených výkonných (tepelných) podmienok vykonané skúšky roztečných vzdialeností zvarových bodov stehovania (resp. skúšky rozhodujúcich časov pôsobenia tepla, alebo časov plynúcich medzi jednotlivými dávkami tepla, v zmysle postupného odreagovania vyrobených vnútorných napätí na trvalú tvarovú a rozmerovú deformáciu stehovaného materiálu. Pre hrúbky materiálov 0,1, 0,6 a 1,5 mm boli preskúšané rozteče zvarových bodov: od min. roztečí 0,25 mm, 1,6 mm a 4 mm, až po max. rozteče 12 mm, 73 a 180 mm, a pre hrúbky materiálov 1,6 a 4 mm boli preskúšané rozteče zvarových bodov: od min. roztečí 1,2 mm a 3 mm, až po max. rozteče 30 a 80 mm.

Uhol sklonu horáka voči ZM = 90 až 105° uhlových. V rozpätí uvedených hraníc bolo možné riešiť všetky bežne sa vyskytujúce prípady nepresných úprav zvarových hrán, prípady stehovania magnetických (i niektorých nemagnetických) materiálov. Skúškam boli podrobené pásy s roztvorením do 1,8 mm (resp. až 4 mm) pri dĺžke roztvorenia 210 mm (resp. ekvivalent. pri dĺžke 400 mm). Ešte aj pri roztvorení okolo 2,5 mm (na 210 mm dĺžky) sa vyskytlo faldovanie len sporadicky a v miere odstrániteľnej podľa tu uvedeného spôsobu. Zvlnenie, resp. faldovanie zvarových hrán ako po stehovaní, tak po vlastnom zvarení bolo prijateľné, resp. nepatrné až žiadne. Zváranie sa vykonávalo vždy po dotiahnutí zvaracieho prípravku. Čas prestávky v sek. medzi jednotlivými stehmi bol preskúšaný v rozpätí od cca 1-násobku až po 50-násobok hrúbky materiálov v mm. Ukázalo sa, že nad hranicou 35-násobku už čas nehrá žiadnu (pre tento účel) významnú rolu. Výsledky ťahových skúšok R_m MPa:

Hrúbka mat. mm	Zákl. mat.	Ruč. zvár.	Mech. zvár.
3	315	314	308
1,5	312	318	314
0,6	316	317,2	312
0,3	325	312,6	317
(0,1)	322	316	(310)

Výsledky hĺbenia (podľa Erichsena) hĺbka mm

Hrúbka mat. mm	Zákl. mat.	Ruč. zvár.	Mech. zvár.
3	7,6	6,1	6,1
1,5	7,1	5,0	5,2
0,6	6,3	4,9	5,1
0,3	6,8	4,3	4,3
(0,1)	6,5	4,3	(4,2)

Všetky lomy boli mimo zvarového spoja. Ukázalo sa, že tento spôsob vyčerpáva ďalšie možnosti využitia pružnosti a plastických vlastností základného materiálu aj po metalurgickom ovplyvnení stehovaním a následným zváraním.

Spôsob prípravy zvarových spojov bodovým stehovaním v usmernenej a kvantifikovane limitovanej modifikácii polohovacieho výkonu preneseného plazmového oblúka a rozteče stehovacích zvarových bodov podľa hrúbky zvarku je využiteľný v strojárstve, chémii, vo výrobe meracích prístrojov, v hutníctve a všade tam, kde je potrebné napojiť napr. pásy fólií a plechov hrúbok 0,1 až 4 mm.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Spôsob prípravy zvarových spojov bodovým stehovaním pred zváraním kovových, najmä ocelových materiálov hrúbky 0,1 až 4 mm, do dĺžky zvarových hrán 400 mm, v upínacom prípravku s prítlakom, s limitovanou vzdialenosťou zvarových čiel do hodnoty 1/10 hrúbky materiálu s použitím plazmového oblúka, s polohovaním stopy preneseného plazmového oblúka do miesta zvarových hrán a so stehovaním zvarovými bodmi o optimálnej rozteči 2,66 až 120-násobku hrúbky stehovaného materiálu pre rozpätie od 0,1 do 1,5 mm a zvarovými bodmi o optimálnej rozteči 0,75 až 20-násobku hrúbky stehovaného materiálu pre rozpätie hrúbok od 1,5 do 4 mm, vyznačujúci sa tým, že polohovacia hodnota výkonu preneseného plazmového oblúka je v rozsahu

$$\text{od } N_1 = \frac{N}{22,3} \quad \text{do} \quad N_2 = \frac{N}{6,75}$$

kde N_1 je dolná krajná medza polohovacej hodnoty výkonu preneseného plazmového oblúka, N_2 je horná krajná medza polohovacej hodnoty výkonu preneseného plazmového oblúka, N je plný zvarací výkon preneseného plazmového oblúka podľa hrúbky zváraného materiálu v kW.