



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

209278

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 26 09 79

(21) (PV 6508-79)

(40) Zveřejněno 27 02 81

(45) Vydáno 01 05 83

(51) Int. Cl.³
B 23 K 9/18

(75)

Autor vynálezu

IVANNIKOV ALFRED VASILJEVIČ ing.,
MATVEJEV VJAČESLAV NIKOLAJEVIČ ing. a
JEROŠKIN NIKOLAJ ANDREJEVIČ ing., LENINGRAD (SSSR)

(54) Způsob svařování elektrickým obloukem

Způsob svařování elektrickým obloukem

Vynález se týká způsobu svařování elektrickým obloukem pomocí odtavované elektrody, jejíž konec je ponořen do taveniny.

Úkolem vynálezu je navrhnout způsob, u kterého se volbou vztahů mezi rozměry odtavované elektrody, mezi posuvovou rychlostí odtavované elektrody a rychlostí svařování, jakož i mezi délkou elektrického oblouku, vytvářejí při vysokých rychlostech svařovacího procesu vysoce hodnotné svarové švy o libovolných předem zadaných rozměrech.

Tento úkol se podle vynálezu řeší tím, že odtavovaná elektroda se posunuje menší rychlostí, než-li je svařovací rychlost, přičemž poměr mezi rychlostí posuvu odtavované elektrody a svařovací rychlostí pro jednu a tutéž požadovanou šířku svarového švu je nepřímo úměrný ploše průřezu konce odtavované elektrody a maximální velikost průřezu tohoto konce elektrody, ponořeného do taveniny je menší nebo rovna dvojnásobné minimální velikosti tohoto průřezu a minimální velikost tohoto průřezu je rovna nejméně polovině šířky požadovaného svarového švu, přičemž délka elektrického oblouku se nastaví menší, než-li uvedená minimální velikost průřezu.

Vynález se týká způsobu svařování elektrickým obloukem pomocí odtavované elektrody, jejíž konec je ponořen do taveniny.

Zásadní podmínkou pro obdržení vysoce hodnotného svařovaného spoje je vytvoření dobrého svarového švu bez závad ve spoji, to je takzvaného studeného svařeného místa, vypouklín a vrubů.

Při obvyklých způsobech svařování pomocí jedné elektrody, při kterých posuvová rychlost odtavované elektrody podstatně, to znamená 2-násobně až 200-násobně, překročí svařovací rychlost, vyskytují se shora uvedené závady při rychlostech svařování nad 70 m/hod. Při takovýchto rychlostech se nemůže základní materiál před svařováním elektrickým obloukem dostačujícím způsobem prohřát, takže mohou vzniknout vady ve svarovém švu. Kromě toho nezaručují tyto způsoby stabilní rozměry svarového švu, zejména pokud se týká šířky a výšky svarového švu.

Přesto se však vyskytuje v moderní výrobě nutnost, provádět svařování s podstatně vyššími rychlostmi než-li je rychlost 70 m/hod. Tyto potřebné rychlosti jsou 150 m/hod. a i vyšší, přičemž se používají, pro odstranění, resp. pro zabránění vzniku výše uvedených vad, zpravidla víceelektrodové způsoby svařování, což přináší s sebou nutnost použití komplikovaných, prostorově náročných a obtížně manipulovatelných zařízení.

Je znám takový jednoelektrodový způsob svařování, při kterém se výrobek uspořádá pod určitým úhlem sklonu vzhledem ke směru svařování tak, že tekutý kov z taveniny při svařování odtéká v důsledku síly tíže ve směru prováděného svařovacího procesu. Elektroda se přitom nastaví skloněná dozadu vzhledem ke směru svařování pod úhlem 10 až 15°. Při takovémto provádění svařovacího procesu se prohřátí základního materiálu před elektrickým obloukem zlepší. Tím je také možné, aby se obdržel svarový šev s uspokojivými vlastnostmi, pokud se týká pevnosti, při vysokých rychlostech až 300 m/hod.

Hlavní nevýhoda tohoto způsobu spočívá v tom, že je nepoužitelný pro takové výrobky, které se nemohou upravit s požadovaným sklonem z důvodu konstrukčního vytvoření výrobku, případně jeho výrobních podmínek, nebo jeho rozměrů, což podstatně omezuje použitelnost tohoto způsobu. Přesto, že svar má při tomto způsobu svařování uspokojivé vlastnosti pokud se týká pevnosti, vyskytují se dále i v tomto případě vruby, vadně spojená místa, resp. vady ve spojení, vypoukliny a nestabilní rozměry svarového švu pokud se týká šířky a výšky svarového švu.

Je znám takový způsob svařování s automatickým posuvem odtavované elektrody kruhového průřezu, u kterého se uvedené nedostatky nevyskytují, viz DE-patentní spis 1 814 325. Podle tohoto způsobu se provádí svařování pomocí elektrody, jejíž konec je ponořen do taveniny, přičemž se použijí drátové elektrody, svařovací prášek a elektrický proud o velikosti 1000–2000 A. Přitom se sladí průměr drátové elektrody se

svařovacím proudem: při proudu 1500 A až 2500 A je tento průměr 6 až 8 mm a při proudech nad 2500 A je nejméně 7 mm.

U tohoto způsobu se předpokládá, že se obdrží vysoce jakostní svarový šev při vysokých rychlostech až 300 m/hod. u jednoelektrodového svařovacího procesu.

Nevýhoda tohoto způsobu spočívá v tom, že jeho oblast použití je omezena na svařování při použití vrstvy svařovacího prášku při velmi vysokých proudech. Přitom nelze vytvořit svarové švy o nepatrných rozměrech, neboť je omezená dolní mezní hodnota průměru elektrody a tím i minimální šířka svarového švu, která má být nejméně 7 mm.

Úkolem vynálezu je, vyvinout pomocí volby vztahů mezi rozměry odtavované elektrody a požadovanou šířkou svarového švu, dále mezi posuvovou rychlostí odtavované elektrody a rychlostí svařování, jakož i mezi délkou elektrického oblouku a rozměry průřezu odtavované elektrody, takový způsob, který umožňuje při vysokých rychlostech jednoelektrodového svařovacího procesu a při vytváření vysoce hodnotného svarového švu, dosažení svarového švu o libovolných, předem stanovených rozměrech. Tento způsob má dále umožňovat svařování výrobků za použití vrstvy svařovacího prášku, svařování v ochranné atmosféře, resp. ochranných plynech a jejich směsí pomocí elektrod kulatého průřezu nebo i nekulatého průřezu, dále použití sypaného svařovacího prášku a ochranného plynu.

Vytýčený úkol je řešen tím, že u způsobu svařování elektrickým obloukem pomocí odtavované elektrody, jejíž jeden konec je ponořen do taveniny, se podle vynálezu odtavovaná elektroda posunuje menší rychlostí, než-li je svařovací rychlost, přičemž poměr mezi rychlostí posuvu odtavované elektrody a svařovací rychlostí pro jednu a tutéž požadovanou šířku svarového švu je nepřímě úměrný ploše průřezu konce odtavované elektrody a maximální velikost průřezu tohoto konce elektrody, ponořeného do taveniny je menší nebo rovna dvojnásobné minimální velikosti tohoto průřezu a minimální velikost tohoto průřezu je rovna nejméně polovině šířky požadovaného svarového švu, přičemž délka elektrického oblouka se nastaví menší, než-li uvedená minimální velikost průřezu.

Provádění svařovacího procesu pomocí elektrody, jejíž konec je ponořen do taveniny, zaručuje zvýšenou koncentraci zavádění tepla elektrického oblouku do taveniny.

V důsledku výše uvedených vztahů mezi rozměry průřezu elektrody a šířky svarového švu, dále mezi rychlostí posuvu elektrody a svařovací rychlostí, jakož i mezi délkou elektrického oblouku a rozměry průřezu odtavované elektrody, odtavuje se konec elektrody, ponořený do taveniny, pod sešikmením, směřujícím ve směru provádění svaru, čímž se zajistí dostatečné přehřátí základního materiálu před tavením i při vysokých svařovacích rychlostech.

Kromě toho se zmírní při uvedeném poměru resp. vztahu mezi rychlostí posuvu elektrody a svařovací rychlostí, narušování tekuté taveniny svařovacím elektrickým obloukem.

Zajištění zvýšené koncentrace přivádění tepla elektrického oblouku do taveniny, předehřívání základního materiálu před taveninou, nepatrné narušování tekuté taveniny svařovacím elektrickým obloukem, to vše zabezpečuje dobré vytvoření svarového švu jednoelektrodového svařovacího procesu.

Protože minimální velikost průřezu elektrody, pokud se týká jejího konce, ponořeného do taveniny, má činit nejméně polovinu potřebné šířky svarového švu, může se vždy zvolit elektroda s takovouto minimální velikostí a tím obdržet s předem zadanými rozměry.

Z výše uvedených skutečností je zřejmé, že hlavní výhody způsobu svařování podle vynálezu nejsou závislé na druhu ochrany tvořeného svarového švu a na tvaru průřezu elektrody, a tudíž je tento způsob podle vynálezu vhodný jak pro svařování za použití prášku, v ochranných plynech a jejich směsí pomocí elektrod s kulatým a nekulatým průřezem, tak také pro svařování bez použití sypaného svařovacího prášku a ochranných plynů.

V dalším textu bude vynález blíže popsán za pomoci příkladů provedení.

Podle vynálezu se tedy zvolí v závislosti na požadované šířce svarového švu maximální velikost průřezu elektrody, pokud se týká jejího konce, ponořeného do taveniny, menší nebo rovná dvojnásobné minimální velikosti tohoto průřezu, přičemž minimální velikost tohoto průřezu je menší, než-li je potřebná šířka svarového švu, ale nikoliv menší, než-li polovina této šířky.

Je zřejmé, že při použití elektrody s kulatým průřezem je minimální velikost uvedeného průřezu elektrody rovna maximální velikosti a představuje průměr této elektrody. V tomto případě zvolí se tedy průměr odtavované elektrody menší, než-li šířka svarového švu, ale nikoliv menší, než-li je polovina této šířky. Minimální velikost je při použití elektrody s pravouhlým průřezem rovna velikosti menší strany (jedná se tedy o obdélníkový průřez) a maximální velikost je rovna velikosti úhlopříčky obdélníka.

Je také dále zcela zřejmé to, že v případě, jestliže nejsou k dispozici elektrody s kulatým nebo obdélníkovým průřezem, nebo v dalších nutných případech elektrody s jiným průřezem, mohou se použít elektrody například ve tvaru prstence, mnohoúhelníku se stejnými úhly a pod.

V dalším textu bude z důvodu lepšího vysvětlení příkladu provedení, uvažována elektroda s kulatým průřezem.

Volbou průměru odtavované elektrody, který se blíží požadované šířce svarového švu, dostanou se svary s rovnoměrným přechodem v důsledku nepatrného množství naneseného svarového materiálu elektrody, který odpovídá vztahu

$$I^2 \cdot R \cdot T$$

přičemž

I znamená svařovací proud,

R elektrický odpor volného konce elektrody,

T doba průtoku proudu volným koncem elektrody.

Je účelné, použít pro zhotovení svarového švu elektrody takového průměru, aby se svarové švy vytvořily výhodně pomocí odtavovaného základního materiálu.

Průměr odtavované elektrody, který se blíží polovině požadovaného svaru, resp. polovině požadované šířky svarového švu nebo je jí roven, se použije účelně pro vytvoření takových svarových švů, které se výhodně zhotoví odtavovaným svarovým materiálem elektrody.

Zvolený průměr elektrody určuje velikost svařovacího proudu s potřebnou hloubkou závaru základního materiálu. Přitom musí být rychlost posuvu odtavované elektrody obligatorně menší, než-li požadovaná svařovací rychlost a nastaví se tak, aby se svařování provádělo s elektrodou, jejíž jeden konec je ponořen do taveniny a délka elektrického oblouku je bezpodmínečně menší, než-li průměr odtavené elektrody.

Při nastavování napětí elektrického oblouku je odborníkovi zřejmé, že hodnota napětí elektrického oblouku se určuje kromě shora uvedených parametrů také materiálem elektrody, základním materiálem, druhem média, obklopujícím elektrický oblouk, druhem a polaritou, přičemž sled volby těchto parametrů, to je sled postupů při provádění způsobu, se může stanovit podle úvahy odborníkem.

Dále uvedené příklady předpokládají použití stejnosměrného proudu s opačnou polaritou.

Příklad 1.

Má se vytvořit svařením T-spoj za použití vrstvy svařovacího prášku

základní materiál	– uhlíková ocel
materiál elektrody	– ocel s nízkým obsahem uhlíku

požadovaná šířka svarového švu

– 4 mm

požadovaná svařovací rychlost

– 175 m/hod.

Protože u T-spoje se svarový šev vytvoří hlavně materiálem odtavované elektrody, zvolí se průměr elektrody rovný polovině požadované šířky svarového švu, to je 2 mm.

Zvolený průměr elektrody určuje svařovací proud: 450 A.

Přitom činí rychlost posuvu elektrody 160 m/hod.

Napětí elektrického oblouku – 23 V.

Jako výsledek se obdrží rovnoměrná šířka 4 mm bez vrubů a vypouklin.

Příklad 2

Má se vytvořit svařením tupý spoj o síle 7 mm bez zešíkvení hran v kyslíčnicku uhlíčitým CO₂.

Základní materiál	– nízkolegovaná ocel
materiál elektrody	– ocel legovaná křemíkem a manganem
požadovaná šířka svarového švu	– 8 mm
požadovaná svařovací rychlost	– 180 m/hod.

V tomto případě se svarový šev vytvoří odtavěním přibližně stejného podílu základního materiálu a materiálu elektrody, tudíž průměr odtavované elektrody se zvolí roven 0,75 šířky svarového švu, to je 6 mm.

Zvolený průměr elektrody určuje svařovací proud: 1000 A.

Přitom je rychlost posuvu elektrody 82 m/hod.

Napětí elektrického oblouku – 24 V.

Jako výsledek se dostane svarový šev stejnoměrné šířky a výšky bez vrubů s následujícími rozměry:

šířka	– 8 mm
výška zesílení svarového švu	– 2,5 mm
hloubka závaru	– 3,5 mm

Příklad 3.

Má se vytvořit svařením tupý spoj o síle 16 mm bez zkosení hran za použití vrstvy svařovacího prášku.

základní materiál	– nízkolegovaná ocel
materiál elektrody	– ocel s nízkým obsahem uhlíku
požadovaná šířka svarového švu	– 16 mm
požadovaná svařovací rychlost	– 220 m/hod.

Zvolí se průměr elektrody 0,75 šířky svarového švu, to znamená 12 mm.

Zvolený průměr elektrody určuje svařovací proud: 3500 A.

Přitom je posuvová rychlost elektrody 90 m/hod.

Napětí elektrického oblouku – 25 V.

Jako výsledek se dostane svarový šev se stejnou šířkou a výškou bez vrubů s následujícími rozměry:

šířka	– 16 mm
-------	---------

výška zesílení svarového švu	– 3,5 mm
hloubka závaru	– 8,5 mm

Příklad 4

Má se vytvořit svařením tupý spoj o síle 12 mm bez zešikmení hran v kysličníku uhlíčitým CO₂.

základní materiál	– nízkolegovaná ocel
materiál elektrody	– ocel legovaná křemíkem a manganem
požadovaná šířka svarového švu	– 10 mm
požadovaná svařovací rychlost	– 180 m/hod.

Zvolí se průměr elektrody 0,9 šířky svarového švu, to je 9 mm.

Zvolený průměr elektrody určuje svařovací proud: 2500 A.

Přitom činí rychlost posuvu elektrody 70 m/hod.

Napětí elektrického oblouku – 23 V.

Jako výsledek se dostane svarový šev s rovnoměrnou šířkou a výškou bez vrubů o následujících rozměrech:

šířka	– 10 mm
výška zesílení svarového švu	– 3,5 mm
hloubka závaru	– 6,5 mm

Ze shora uvedených příkladů je tedy zřejmé, že způsob podle vynálezu dovoluje to, aby se při vysokých rychlostech jednoelektrodového svařovacího procesu a tvoření vysoce hodnotného svarového švu, obdržely svarové švy s libovolnými, předem zadanými rozměry. Přitom nezávisí přednosti způsobu na druhu ochrany taveného kovu.

Vynález je použitelný v libovolném rozsahu svařovacího proudu a v širokém rozmezí svařovacích rychlostí, včetně obvyklých svařovacích rychlostí pod 70 m/hod. V případě použití způsobu s rychlostí pod 70 m/hod. nebude kvalita tvoření svarového švu, jak je odborníkovi zřejmé, o nic horší, než-li při použití způsobu s vysokými rychlostmi.

Je zřejmé, že shora popsání konkrétní varianty provedení vynálezu tento vynález neomezuje a že jsou možné různé obměny a modifikace tohoto vynálezu, které spadají do rozsahu následujícího bodu definace předmětu vynálezu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob svařování elektrickým obloukem pomocí odtavované elektrody, jejíž konec je ponořen do taveniny, vyznačující se tím, že odtavovaná elektroda se posouvá menší rychlostí, než-li je svařovací rychlost, přičemž poměr mezi rychlostí posuvu odtavované elektrody a svařovací rychlostí pro jednu a tutéž požadovanou šířku svarového švu je nepřímo úměrný ploše průřezu konce odtavované

elektrody a maximální velikost průřezu tohoto konce elektrody, ponořeného do taveniny je menší nebo rovna dvojnásobné minimální velikosti tohoto průřezu, a minimální velikost tohoto průřezu je rovna nejméně polovině šířky požadovaného svarového švu, přičemž délka elektrického oblouku se nastaví menší, než-li uvedená minimální velikost průřezu.