

PŘEHLED TECHNOLOGIÍ SVAŘOVÁNÍ V OCHRANNÝCH PLYNECH

www.mmspektrum.com/100319

Messer Technogas

Článek seznamuje s některými posledními vývojovými trendy v oblasti svařování a přináší přehled užívaných technologií svařování s plynovou ochranou tavné lázně.

Společnost Messer Technogas, s. r. o., jako významný dodavatel technických a speciálních plynů vyvíjí a zavádí do praxe nové směsi pro svařování. Ty společně s vývojem technologií svařování přináší kromě vyšší kvality a efektivity také nové možnosti spojování materiálů, včetně materiálů obtížně svařitelných. Všimněme si nyní blíže jednotlivých metod.

TIG/WIG

Princip

Elektrický oblouk hoří mezi netavící se wolframovou elektrodou a základním materiálem v inertním (netečném) plynu. Napětí na oblouku se podle druhu ochranného plynu pohybuje kolem 10–15 voltů. Wolframová elektroda je zapojena na minus pól, jen v případě hliníku, kdy je vyžadováno čištění povrchu od oxidů, se polarita mění. Ve fázi čištění je zapojena opačně.

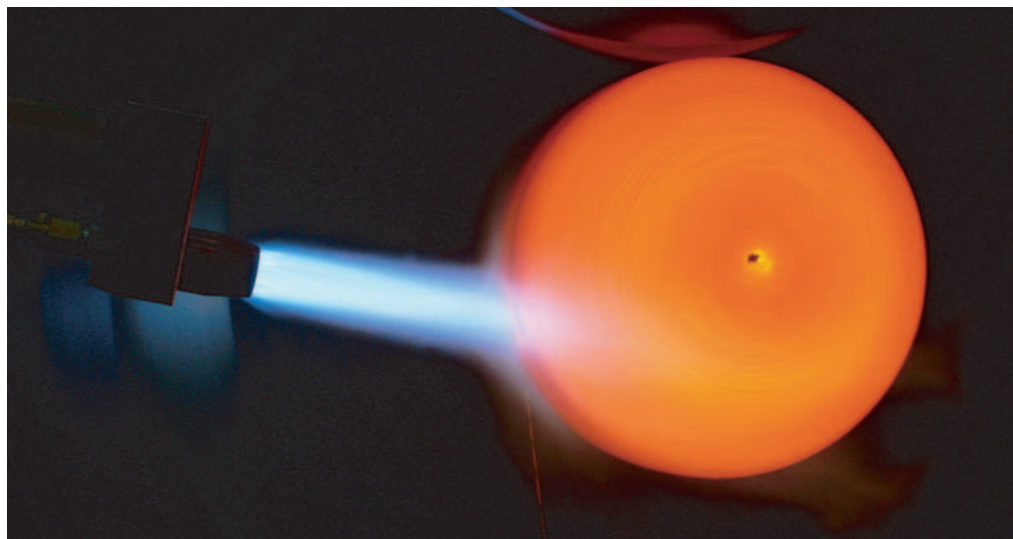
Charakteristika

Svary provedené metodou TIG/WIG jsou velmi kvalitní s pěknou kresbou, správně ošetřené povrchy svarových housenek jsou bez větších známek oxidace, hladké tak, že je možno bez dalších úprav provádět kapilární zkoušky celistvosti (penetrační zkoušky).

Výkon při svařování je menší, hodí se pro svary na potrubí, menší svary na tlakových nádobách, kořeny svarů větších nádob. Vysoce kvalitní svary provedené odpovídajícím způsobem s dostatečnou plynovou ochranou a rychlostí (z pohledu vneseného tepla) jsou touto metodou často prováděny na chemických zařízeních z austenitických ocelí nebo na vyso-

ce chemicky odolných materiálech typu Hastelloy. Kromě nižšího výkonu odtavení bývá velké vnesené teplo jedinou nevýhodou, která může omezovat použití této metody

dí se běžně zafoukání kořenové strany dusíkem s příměsí vodíku cca 10 %. U ocelí stabilizovaných titanem se z důvodů nebezpečí vzniku nitridu titanu používá na zafoukání argon nebo



Tváření dna tlakové plynové lahve – v principu se jedná o kovářské svařování.

Ochranné plyny

Proti účinkům oxidace je elektroda a tavná lázeň chráněna plynovou ochranou na bázi argonu nebo argonu a helia. Průtok ochranného plynu se volí mezi 6 až 12 litry za minutu. V případech velkých svarů a při použití příměsí helia se může dosahovat vyhovujících výsledků i při průtocích kolem 30 litrů za minutu. Častou příměsí je vodík, který zvedá napětí na oblouku, má vliv na nižší povrchové napětí tavné lázně a zvyšuje výkon svařování. Směsi argonu s vodíkem se nepoužívají pro hliník nebo chromové oceli, kde je vodík nežádoucí. U nerezových ocelí je důležité dobře ochránit kořenovou stranu tupých spojů. Prová-

argon-vodíková směs. Pokud se svařuje na kořenovou mezeru, je dobré kontrolovat obsah kyslíku v oblasti kořene svaru kyslíkovou sondou a v okolí svařování kořenovou mezeru utěsnit proti úniku ochranné atmosféry. Při svařování za vysokého předehtevu (250 °C) je nutno počítat s rozdílem hustot relativně studeného argonu a teplého vzduchu, který zintenzivňuje únik ochranné atmosféry ze svařovaného potrubí.

Trendy

Dnes jsou již většinou moderní TIG/WIG zdroje vybaveny programem, který omezuje nebo přímo zabraňuje přilepení elektrody, a vysokofrekvenčním zapalováním, které umožní za-

pálit oblouk bezdotykově. Díky tomu klesá nebezpečí vzniku wolframových vměstků ve svaru. Posledním trendem jsou podavače přídavného drátu, které umějí pulzovat, a tak napodobují podávání drátu svářečem. To umožňuje podstatným způsobem zvednout výkon svařování. Pendl a hlídání výšky oblouku z napětí na oblouku se používá u svarů větších tloušťek s větší šířkou. Pokud to ale lze, snaží se konstruktéři o svařování do úzkého úkosu, šetří tak nejen množství přídavného materiálu, ale i zrychlují proces svařování. Nezanedbatelné není ani snížení deformací a prnutí po svaření. Co se týká plynů, klasickým plynem je argon čistoty minimálně 4.6. U náročných svarů ve farmacii se výjimečně pro funkční

povrchy a pro záfuk potrubí u tupých spojů používá argon čistoty 4.8, resp. 5.0. Pro svařování hliníku firma Messer vyvinula plyny řady Alumix. Jde o směsi na bázi argonu s velmi malým množstvím dusíku a různým množstvím helia. Dusík v procesu svařování disociuje a přispívá k lepšímu přenosu energie a pozitivně ovlivňuje i povrchovou kresbu a převýšení svaru. Poslední dobou se experimentuje i s velmi malými množstvími aktivních plynů, což bylo dříve zcela nemyslitelné.

MIG/MAG

Princip

Elektrický oblouk hoří mezi tavicí se elektrodou přídavného ma-

terialu, který je dodáván podavačem, a základním materiálem v inertním/aktivním plynu. Napětí na oblouku se – podle ochranného plynu – pohybuje kolem 30 až 40 voltů. Elektroda je zapojena většinou na plus pól, jen v případě hliníku, kdy je vyžadováno čištění povrchu od oxidů, se polarita mění.

Charakteristika

Svary provedené metodou MIG/MAG jsou sice kvalitní, ale vzhledově se jenom přibližují svarům provedeným metodou TIG. Metoda MIG a zejména MAG však může nabídnout větší výkon a rychlost svařování. Z toho plyne i nižší vnesené teplo a ze všech „konvenčních“ metod svařování nejmenší deformace. Vysoká produktivita znamená oblibu tohoto způsobu svařování ve výrobě ocelových konstrukcí a ve spojení s robotizací i v automobilovém průmyslu.

Protože jde o relativně „mladou“ metodu, bývá její použití při svařování některých vyhrazených zařízení (tlakových nádob) limitováno doporučením norem nebo jsou svary touto metodou provedené podrobeny přísnějším kontrolám. Pokud se týká oprav, pro svařování těžce svařitelných materiálů, renovací a tvrdonávarů lze s výhodou užít nízkého vneseného tepla. Sortiment přídatných drátů není ovšem tak široký jako u obalených elektrod, které jsou v těchto oblastech často využívány.

Ochranné plyny

U metody MIG se jako inertní používají plyny argon, helium, případně jejich směsi. MAG metoda používá směsné plyny na bázi argonu. Nejčastější příměsí je oxid uhličitý a kyslík.

V případě, že je potřeba zvednout výkon svařování, lze použít helium. Průtok plynu bývá větší než u metody TIG a pohybuje se pro zkratový oblouk v desetinásobku průměru použitého přídatného drátu v mm, udáváno v litrech za minutu. Například základní nastavení u drátu průměru 1,2 mm je 12 l.min⁻¹. S rostoucím výkonem odtavení je dobré zvýšit i průtok. Svařujeme-li v tzv. sprše, je průtok kolem 18–20 l.min⁻¹. Rovněž při použití helia ve směsi (nad 15 %), vzhledem k tomu, že helium je lehčí vzduchu, se dopo-

ručuje zvýšit průtok o dalších 50 až 90 % základního nastavení.

Trendy

Výrobci svařovacích zdrojů přešli s metodou CMT (Cold Metal Transfer), která umožnila zcela eliminovat rozstřík. Přídatný materiál je ve vhodném okamžiku přenosu odstříhnut (mechanicky nebo elektronicky) od drátu v hubici a přejde hladce do tavné lázně. Vnesené teplo je minimální. Svařování vysokými odtavnými výkony touto metodou však nebude možné. Stejně tak kvalita průvaru může být diskutabilní. Hodně se experimentuje s rotujícími elektrodami či elektrodami v tandemu. Velmi zajímavým vylepšením je dělená tryska, která jako nůžky vymezuje vůli drátu v trysce. Tryska má potom konstantní přesnost a cca 10 x vyšší životnost. Poslední trend ve vývoji plynů představuje snižování podílu aktivních složek v závislosti na tloušťce svařovaných materiálů a tříkomponentní směsi na bázi argonu, oxidu uhličitého a kyslíku. Přitom pro ruční svařování malých tloušťek se podíl kyslíku snížil až na 1 % ve směsi.

Plazma

Princip

Jako zdroje tepla se používá proud plazmatu. Oproti metodě TIG je elektrický oblouk plazmatu zúžen a má daleko vyšší hustotu energie. Rozeznáváme dva základní typy plazmového oblouku:

- nepřenesený oblouk, kdy plazma hoří mezi wolframovou katodou a vnitřním povrchem měděné hubice, která je chlazená vodou;
- přenesený oblouk, kdy plazma hoří mezi wolframovou katodou a základním materiálem.

Často se obě metody kombinují a zařízení obsahuje dva na sobě nezávislé zdroje, pro přenesený (hlavní) a nepřenesený (pomocný, pilotní) oblouk.

Charakteristika

Plazmový oblouk může být delší než oblouk TIG. Plazmový plyn proudí velkou rychlostí z hubice. Oblouk je však klidný a sta-

bilní. Teplota a koncentrace energie je vysoká. Oblast svařovaných tloušťek je širší než u metody TIG. Pohybuje se od velmi tenkých (kde se užívá svařování mikroplazmatem) až po 8 mm natupo (bez úkosů), kde se svařuje metodou klíčové dírky. Z hlediska poměru šířky svaru k hloubce tato metoda leží mezi metodami TIG a elektronovým paprskem. Jde o špičkovou, ale dosud málo rozšířenou metodu, kterou je navíc možné použít i k navařování a mikronavařování.

Ochranné plyny

Používá se jednak plazmový (pilotní) plyn na bázi argonu s příměsí vodíku (pro nerezové oceli) nebo helia (pro měď, titan, stříbro, bronz). Čistý argon se používá vedle obyčejných ocelí u zlata a molybdenu.

Jako ochranný plyn lze užít argon nebo jeho směs s heliem. V případě potřeby aktivní složky ve směsi se doporučují směsi

argonu s vodíkem, oxidem uhličitým nebo kyslíkem.

Trendy

Je vidět stále větší použití mechanizovaného a automatizovaného procesu svařování. Probíhá intenzivní materiálový výzkum svařitelnosti i jinak obtížně svařitelných materiálů. Rozšiřuje se oblast používaných výkonů.

Laser

Princip

Zdrojem energie je laserový paprsek, který se optickou cestou zamíří na místo svařování. V ohnisku je dosaženo velmi vysoké koncentrace výkonu až 10¹² W.cm², která způsobí vypařování kovu a umožní vznik tzv. klíčové dírky, jež zajistí dobrou pohltivost paprsku laseru. Okolí klíčové dírky taje a pohybem paprsku dochází za klíčovou dírkou ke slévání materiálu – tím vzniká tavné spojení. V případě obtížně svařitelných materiálů malých tloušťek je mož-

Placená inzerce

Omezuje současná ekonomická situace Vaše podnikání ?

Limitují Vás nedobytné pohledávky u Vašich odběratelů ?

Banky Vám odmítají poskytnout úvěr ?

Poskytneme Vám provozní financování formou factoringu již od 500.000,- Kč !

Jsme specialisté na financování malých a středně velkých firem.

Kontaktujte nás bezplatně na 800 111 008 nebo na www.bibbyfinancialservices.cz



Bibby Financial Services, a.s.
e-mail: info@bibbyfinancialservices.cz
www.bibbyfinancialservices.cz



né svařovat pulzně s malou frekvencí pulzů – materiál mezi pulzy ztuhne a vytvoří řadu spojů.

Charakteristika

Jde o strojní automatizované svařování s velmi úzkým svarem s hloubkou průvaru až do 25 mm. Poměr šířky ku hloubce svaru se pohybuje od 0,1 do 0,5. Svařovací rychlost dosahuje běžně až 10 m.min⁻¹. Je to rychlý proces vyžadující přesné sestavení s mezerou do 0,1 mm. Přídavný materiál se nepoužívá. Deformace jsou minimální. Používají se tři hlavní typy zdrojů laserového paprsku:

- plynové CO₂ lasery, kde zdrojem je stimulovaná emise fotonů plynu CO₂ (ve směsi s He a N₂) o výkonu až 20 kW s vlnovou délkou 10,6 μm. Vlnová délka této velikosti znamená nutnost vedení paprsku zrcadly, nelze užít vláknovou optiku. Zdroj CO₂ laseru má malou účinnost a musí být dobře chlazen;
- pevnolátkové Nd-YAG lasery s buzením výbojkami (první generace) nebo s buzením diodami (druhá generace – až 10x vyšší životnost zdroje) mají vyšší účinnost, přičemž záření o vlnové délce 1 064 nm (1,064 μm) lze vést optickým vláknem do místa aplikace;
- vláknové (polovodičové) lasery jsou diodami buzené a ke vzniku záření o vlnové délce kolem 1,06 μm dochází ve speciálním optickém vlákně, jež obsahuje ytterbium. Výkony se pohybují i kolem 20 kW, což je hodnota srovnatelná s CO₂ lasery. Účinnost těchto laserů je několikrát vyšší než u CO₂ laserů a zdroje jsou kompaktní. Například zdroj o výkonu 20 kW s výstupem ve vlákně 200 μm (70 kW na vstupu – účinnost cca 30 %) má hmotnost 1 200 kg. Takovým laserem lze dosáhnout průvaru 25 mm na nerezové oceli.

Ochranné plyny

Ke svařování, stejně jako při řezání lasery, se také používají asistenční plyny. Na rozdíl od řezání neslouží k vyfukování, případně oxidaci roztaveného kovu, ale k jeho ochraně před oxidací. Kromě toho musí systém ply-

nové ochrany zabezpečit také ochranu optiky laseru před znečištěním výparů kovů. V neposlední řadě je třeba pomocí ochranných plynů regulovat množství vytvářeného plazmatu nad klíčovou dírkou, které brání v průchodu paprsku do klíčové dírky, čímž zhoršuje efektivitu procesu.

Z důvodů vysokého ionizačního potenciálu vytváří helium nejméně plazmového plynu. Protože je helium lehké a drahé, dosahuje se optimální ochrany směsí helia s dusíkem nebo argonem. Oxid uhličitý a kyslík mají ještě nižší ionizační potenciál, a proto se nepoužívají. Platí pravidlo, že u vyšších výkonů musíme použít ochranný plyn s vyšším obsahem helia. Naopak u malých výkonů se v některých případech obejde i bez helia.

Trendy

I když se zatím ke svařování používají hlavně CO₂ lasery, zvyšování parametrů zejména u diodových a vláknových laserů pro ně znamená významnou konkurenci. Tyto nové lasery pak rozšiřují svoje pole aplikací od svařování plastů a tepelného zpracování, kde na kvalitě laserového paprsku a výkonu až tak nezáleželo, ke svařování kovů. Důležité je, aby si nových technologických možností povšimli konstruktéři a zbavili se jistých stereotypů při navrhování spojů, hlavně pokud jde o zcela nové možnosti spojování různých materiálů nebo materiálů klasickými metodami obtížně svařitelných. V této oblasti je asi nejvíce vidět pokrok u automobilového průmyslu, kde se již často průmyslově využívá metody laser-hybrid spojující TIG + laser a hlavně MIG/MAG + laser.

Metoda laser-hybrid rozšiřuje možnosti obou metod, neboť zlepšuje překlenutí mezer oproti klasickému laseru a podstatným způsobem zvyšuje výkon a kvalitu oproti čisté metodě MIG/MAG, případně TIG. Jde zejména o zmenšení tepelně ovlivněných oblastí u hliníkových vytvrditelných slitin, které jsou v případě hybridního svařování mnohem menší. Nezanedbatelná je i úspora rovnání, množství vneseného tepla se totiž zredukuje až o 85 %.

Elektronový paprsek

Princip

V tomto případě je zdrojem energie pro svařování elektronový paprsek, kdy elektrony z wolframové elektrody jsou urychlovány ve vakuu napětím až 150 kV na rychlost až 165 000 km.s⁻¹ a následně je paprsek elektronů elektromagnetickými čočkami soustředěn do úzkého svazku. Při dopadu na svařenec, který musí být perfektně slícován, se v místě dopadu elektronů vyvíjí teplota až 6 000 °C.

Charakteristika

Elektronovým paprskem se svařují zejména jiným způsobem nesvařitelné materiály. Jde zejména o vysoce kvalitní svary menších rozměrů v sériové výrobě. Svařování většinou probíhá ve vakuované komoře, ale existují i možnosti svařování v částečném vakuu nebo bez vakua. Obvykle je elektronové dělo umístěno staticky a pohybuje se svařovaným předmětem.

Ochranné plyny

Při této metodě se ochranné plyny nepoužívají. V místě wolframové elektrody je vakuum 10⁻⁴ mbar, které může být u svařence nižší (0,1 až 1 mbar).

Trendy

Jde o metodu vyznačující se velmi úzkou šířkou svaru, čehož se dá využít ke svařování obtížně proveditelných kombinovaných spojů dvou různých materiálů, které při běžných postupech svařování tvoří křehké intermetalické fáze. Při precizním natavování materiálu s nižší teplotou tavení lze dosáhnout spoje, kde tyto křehké intermetalické fáze nevzniknou. Podmínkou je, aby kov s vyšší tavicí teplotou tvořil s druhým kovem tuhý roztok s částečnou rozpustností a tato struktura nebyla křehká. V praxi se již podařilo pomocí tohoto způsobu svařit například titan a hliník.

Plamen

Princip

Energii k zahřátí na svařovací teplotu dodává kyslíko-acetylenový plamen.

Charakteristika

Vhodným seřízením plamene (oxidačním, respektive neutrál-

ním nebo redukčním) lze svařit většinu kovových materiálů. Pokud se použije speciální tavítko, lze dokonce svařovat i hliník vyznačující se velkou afinitou ke kyslíku. Ovšem kovy jako titan nebo molybden se plamenem svařit nedají. Svary provedené kyslíko-acetylenovým plamenem mají větší šířku tepelně ovlivněného pásma a používají se hlavně při spojování potrubí menších tloušťek nebo kořenu potrubí větších tloušťek, zejména při montážních pracích, kde je autogenní technika nezastupitelná. Často se musí svařovat za každého počasí a při minuscových teplotách by svary provedené bez přehřevu autogenním neměly potřebnou kvalitu.

Ochranné plyny

Používá se kyslík s acetylenem v poměru cca 1,2:1 (neutrální plamen). Při správně seřízeném plameni nedochází k nahlíčení spoje ani k nadbytečné oxidaci oceli. Vlastní plamen tak i chrání svařovaný kov, oproti metodě TIG lze využít rovněž dynamického účinku plamene. Ochrana před oxidací však vystačí pro obyčejné nelegované a nízkolegované oceli. Nerezové oceli se touto metodou nesvařují.

Ke svařování ocelí plamenem můžeme též zařadit kovářské svařování. Zde je k dosažení teploty použito i jiných zdrojů tepla – kovářská výheň, ale také indukční ohřev nebo spalování zemního plynu s kyslíkem. Mezi kovářské svařování tak můžeme například zařadit výrobu den tlakových plynových lahví tvářením za dohřívání povrchu plamenem hořáku na zemní plyn a kyslík.

Trendy

I když se zdá, že vývoj svařování plamenem je dávno ukončen, v oblasti navařování a žárových nástřiků probíhá vývoj nových nástřikových materiálů a v této oblasti můžeme čekat ještě určitý pokrok. Stroje a zařízení jsou totiž stále složitější a žádá se stále větší životnost, spolehlivost, výkonnost a odolnost, což může aplikace tvrdých povrchových vrstev se specifickými vlastnostmi jako porezita, tvrdost či houževnatost ovlivnit.

ING. JAROSLAV HÁJEK