

Ochranné a formovací plyny pro svařování korozivzdorných ocelí.

Ing. Martin Roubíček, Ph.D. – Air Liquide CZ, s.r.o.

V praxi se stále častěji setkáváme s materiály, jejichž cena je sice vyšší než pořizovací náklady na běžné konstrukční oceli, jejichž vlastnosti však jsou pro dané použití vhodnější. Moderní konstrukční materiály významně prodlužují životnost výrobku, mnohdy i při jeho nižší hmotnosti. Časté jsou rovněž případy, kdy se projevují jejich přednosti snazším opracováním a tím pádem jednodušší a především kratší výrobou, což nakonec i přes drahý materiál snižuje cenu celého výrobku. Ve většině případů tyto materiály vyžadují speciální postupy svařování s nutností dodržet přísnou technologickou kázeň. Každá chyba pak v důsledku znamená vadu ve svarovém spoji, jejíž odstranění zvyšuje náklady. Nejběžnějšími příklady takových materiálů jsou slitiny hliníku a vysokolegované oceli.

Nejčastější příčinou aplikace vysokolegovaných ocelí je zvýšení protikorozní odolnosti, dále pak dosažení lepších mechanických vlastností za vysokých nebo naopak nízkých teplot, případně pro specifické elektromagnetické vlastnosti. Jednotlivé typy vysokolegovaných ocelí se liší chemickým složením a vnitřní strukturou. Nejběžněji užívaným typem jsou austenitické oceli, které nachází uplatnění převážně tam, kde je konstrukce vystavena koroznímu namáhání. Odolnost materiálu proti korozi je daná charakteristickým chemickým složením s obsahem chromu v tuhém roztoku minimálně 12 hmotn. %. Austenitické struktury je dosaženo díky přítomnosti niklu. Typické složení oceli je 18 % Cr, 10 % Ni, 0,02 – 0,15 % C (+ event. Ti, Nb, Mo, Cu, Si, ...).

Z hlediska svařování (v porovnání s uhlíkovými oceli) vstupují do hry typické vlastnosti – vyšší teplota tavení, nízká tepelná vodivost a velká tepelná roztažnost, které se

projevují zejména zvýšenou úrovní deformace. Z metod svařování lze vyzdvihnout především široce používané technologie MAG a WIG. V případě MAG svařování je jedním z rozhodujících faktorů pro zachování korozní odolnosti svarového kovu množství kyslíku v ochranné atmosféře, které musí být oproti uhlíkovým ocelím z tohoto důvodu omezeno. Dle ČSN EN 439 připadají v úvahu skupiny M12, M13 a M14. Ochranné směsi na bázi argonu

s cca 2 obj. % kyslíku nebo CO₂ zajistí dostatečný odtavovací výkon a významně nenaruší metalurgii spoje. Ke zlepšení tekutosti lázně, rozšíření závaru a zvýšení rychlosti svařování přispívá přidání 15 – 40 obj. % hélia. Inertní hélium se aktivně nepodílí na metalurgických procesech a přitom přispívá k lepšímu přenosu energie z oblouku do základního materiálu.

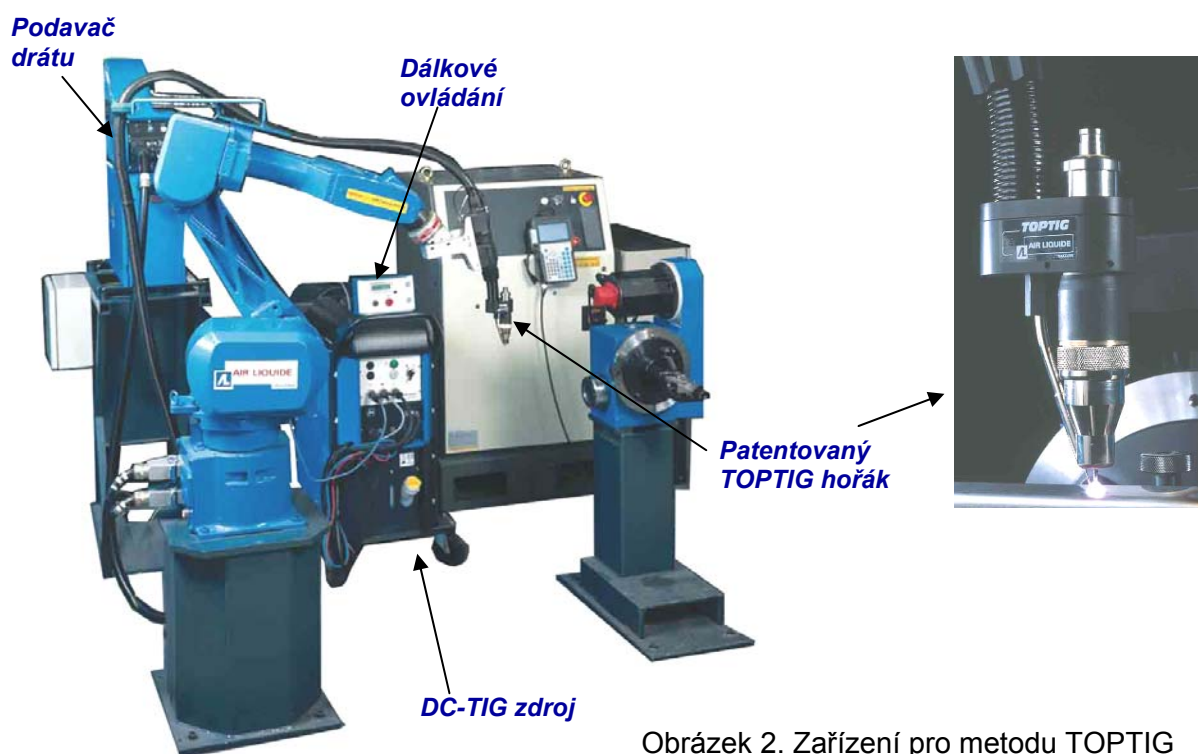
WIG a plazmové svařování ze své podstaty neumožňuje přítomnost oxidační složky. V ČSN EN 439 lze vybrat skupiny I1 a R1. Akceptovatelné z metalurgického hlediska a vynikající z pohledu rychlosti svařování je použití směsi argon – vodík. Vodík má při teplotách v oblouku vysokou teplotní vodivost. Jeho množství ve směsi je však omezeno. Optimální procento vodíku pro ruční svařování je 2 – 3 obj. %, pro automatizované 5 obj. %. Při plazmovém svařování je běžných 7,5 obj. % a je zároveň vodné nepřekročit 10 obj. %.



Obrázek 1. WIG svařování korozivzdorných ocelí pomocí ochranné atmosféry Arcal™ dodané v tlakové lahvi se sdruženým lahvovým a redukčním ventilem Altos™

Vedle výkonových předností se přítomnost vodíku v ochranném plynu vyznačuje jeho redukčním účinkem. Vodík reaguje se zbytky kyslíku (např. v oxidech) a výsledkem je kovově lesklý povrch svarové housenky a minimalizace existence oxidů ve svarovém kovu. Pro svařování duplexních ocelí je pro snadnější zachování austenitického podílu vhodná přítomnost austenitotvorného dusíku v ochranném plynu.

Novinkou v oblasti metody svařování WIG je proces TOPTIG. Tento způsob svařování byl vyvinut ve výzkumných laboratořích společnosti Air Liquide a je patentovaný. Díky speciálnímu systému podávání drátu do elektrického oblouku a s použitím standardního robotizovaného pracoviště lze dosáhnout vysokých svařovacích rychlostí (srovnatelných s metodou MAG), avšak při zachování pozitivních vlastností procesu WIG (stabilita oblouku, závar, svařování bez rozstříku svarového kovu, ...). Tato metoda je určena především pro svařování korozivzdorných ocelí, slitin hliníku a pokovených nelegovaných ocelí, její předností je ale možno využít také pro aplikace nelegovaných a nízkolegovaných ocelí. Pro svařování korozivzdorných ocelí založena na použití ochranného plynu Arca1™ 10.



Obrázek 2. Zařízení pro metodu TOPTIG

Pro kvalitní provedení svarového spoje je důležitá ochrana kořene svaru. Spodní strana svarové lázně je vystavena okolnímu prostředí a tudíž styku s kyslíkem, dusíkem, vzdušnou vlhkostí, apod. Důsledkem je nízká kvalita kořene svaru, jeho povrchu, dále pak nehomogenity chemického složení a struktury, které mají za následek lokální zhoršení odolnosti proti korozi. Ochranu spodní strany kořene svaru lze realizovat buď pomocí podloženého spoje nebo aplikací formovacího plynu. Na trhu je k dispozici celá řada formovacích plynů, přičemž volba je závislá především na materiálu a účelu použití. Optimálním produktem na jehož bázi jsou formovací plyny stavěny je argon. Alternativou je dusík, jehož výhodou je nižší cena. Speciální formovací směsi Ar/H₂ a N₂/H₂ s obsahem vodíku (5 – 20 obj.%) poskytují výhodu v souvislosti s redukčním účinkem vodíku a jsou prakticky nejpoužívanější. Podobně dobrých výsledků lze dosáhnout s čistým argonem. V případě austenitických ocelí stabilizovaných Ti nelze použít formovací plyn obsahující dusík. Dusík vytváří nitridy titanu (typicky nazlátlé zbarvení) a ochuzuje tím svarový kov o Ti. Výsledkem pak je snížené množství Cr v tuhém roztoku a snížení odolnosti proti korozi.

V takovém případě (stejně tak jako u feritických, martenzitických či dvoufázových vysokolegovaných ocelí) je rovněž optimálním formovacím plynem argon. ČSN EN 439 zavádí pro formovací plyny na bázi dusíku skupinu F, uvedené směsi na bázi argonu jsou řazeny do skupin I1 a R1.

AIR LIQUIDE			Produktivita				Kvalita svaru			Prac. podmínky			ČSN EN 439
Typ plynu	Standardní kvalita	Označení plynu ARCAL™ kvalita	Rychlost svařování	Rozstřik	Závar	Bez přehřevu	Mechanické vlastnosti	Vzhled svaru, oxidace	Olešnost vřící tvrdé póry	Univerzální použití	Tvorba koutů a šlodivů	Bezpečnost práce	
<i>Ochranné plyny pro WIG- a plazmové svařování vysokolegovaných ocelí, niklových slitin</i>													
Ar		ARCAL™ 1	●	⊗	●	⊗	●	●	●	●	●	●	F 1
Ar / H ₂		ARCAL™ 10	●	⊗	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	R 1
Ar / H ₂		ARCAL™ 15	●	⊗	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	R 1
Ar / He / H ₂		ARCAL™ 11	●	⊗	●	⊗	●	●	●	●	●	●	R 1(1)
Ar / N ₂		ARCAL™ 391	●	⊗	●	⊗	●	●	●	●	●	●	I 1
Ar / He / N ₂		ARCAL™ 39	●	⊗	●	⊗	●	●	●	●	●	●	I 3
<i>Ochranné plyny pro MAG svařování vysokolegovaných materiálů</i>													
Ar / CO ₂		ARCAL™ 12	●	●	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	M 12
Ar / O ₂		ARCAL™ 22	●	●	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	M 13
Ar / He / CO ₂		ARCAL™ 121	●	●	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	M 12(1)
Ar / He / CO ₂		ARCAL™ 122	●	●	●	⊗	⊗	●	●	●	●	●	M 12(2)

● velmi dobrý
● dobrý
● méně dobrý
⊗ žádný vliv plynu

Obrázek 3. Ochranné atmosféry pro svařování vysokolegovaných materiálů

Ochranné a formovací atmosféry se jako nakupovaná komodita obzvláště při svařování korozivzdorných ocelí na celkových nákladech na výrobu podílejí menšinovým dílem. Jsou ale jedním z podstatných činitelů ovlivňujících průběh procesu jak po stránce kvalitativní, tak ekonomické. Celková ekonomická rozvaha procesu pak zahrnuje nejen přímé náklady na nákup konkrétních produktů, ale také nepřímé náklady zásadním způsobem ovlivněné použitím těchto produktů, je třeba vzít v úvahu například rychlost svařování, nutnost přehřevu, následné operace (čištění či přebrušování svarové housenky), spotřeba přidavného materiálu apod.

www.airliquide.cz
martin.roubicek@airliquide.com