

# Svařování v chemickém průmyslu

**Předložený příspěvek je zaměřen na problematiku svařování v chemickém průmyslu. Cílem je poskytnout poněkud jiný pohled na vybranou oblast, protože běžné přístupy dělí problematiku svařování vždy většinou z pohledu použitých základních, resp. konstrukčních materiálů, nebo z pohledu použité technologie svařování. Tento model má svoje logické opodstatnění a používáme ho běžně ve všech informačních materiálech naší společnosti. Vedení snahou poskytnout informace z různých zorných úhlů, rádi bychom rozšířili možnost orientace v naší nabídce svařovacích materiálů i tímto způsobem.**

Chemický průmysl, resp. výrobci a dodavatelé pro toto odvětví představují širokou škálu výrobků pro použití přímo v chemických výrobcích, ale dále při výrobě hnojiv, farmaceutických preparátů, vstupních materiálů pro kosmetické výrobky, výrobu plastických hmot, atd. K tomu všemu je nutno vyrobit, provozovat a udržovat různé typy reaktorů, tlakových nádob, výměníků, destilačních kolon a dalších komponentů. Různá, v mnoha případech agresivní média musí být přečerpávána a dopravována za různých teplot a tlaků složitými potrubními systémy. To vše vyžaduje řešit svařování mnoha typů materiálů. Cílem tohoto příspěvku je usnadnit orientaci uživateli v nabídce přídavných materiálů pro svařování ve vazbě na nejběžnější konstrukční materiály používané v chemickém průmyslu.

## Používané konstrukční materiály a přídavné materiály

V tabulce č. 1 jsou přehledně uvedeny hlavní typy chemicky odolných ocelí podle EN 10088-1. Uvedené oceli je možno dále rozdělit na konvenční CrNi a CrNiMo typy ocelí, plně austenitické typy ocelí (známé též pod názvem super - austenitické) a feriticko - austenitické (duplexní) oceli.

První skupina CrNi a CrNiMo ocelí reprezentuje dnes již běžně používané typy nerezavějících ocelí, které mají austenitickou strukturu s několikaprocentním podílem feritu. Další skupinu tvoří tzv. super - austenitické oceli, které jsou vysokolegované s velmi nízkým obsahem uhlíku. Některé jsou legovány Cu. Dusík působí na stabilitu struktury a snižuje riziko precipitace intermetalických fází, což pozitivně ovlivňuje odolnost proti korozi. Vzhledem k vysokému obsahu chromu a niklu a vlivem dalších legujících prvků a stabilní austenitické struktury mohou tyto typy ocelí být použity i pro extrémně korozní prostředí. Naproti tomu odolnost konvenčních ocelí, tj. ocelí z první skupiny, kde může být přítomen ferit ve struktuře, je odolnost oproti extrémní korozi omezena. Třetí skupinu materiálů tvoří tzv. duplexní typy ocelí s dvoufázovou strukturou, kde podíl feritu a austenitu je v poměru 50:50. Tato struktura velmi dobře odolává louchům a chlórů za současného působení napětí (koroze pod napětím).

Základním pravidlem pro svařování výše uvedených typů ocelí je používat přídavné materiály stejného nebo velmi podobného chemického složení svarového kovu. ESAB nabízí celou řadu přídavných materiálů použitelných pro svařování těchto typů ocelí. Přehled o jejich použití pro běžné typy používaných ocelí uvádí přehledně tabulka č. 2.

## Svařování chemicky odolných ocelí

Nejmenší problémy jsou s konvenčními typy nerezavějících ocelí. Při správném poměru Cr/Ni



Svařování v chemickém průmyslu - ilustrační foto



Svařování v chemickém průmyslu - ilustrační foto

dochází nejdříve ke zpevnění feritu a po ochlazení k přeměně na austenit. Tím je sklon ke vzniku trhlin za tepla minimální. Avšak, vzhledem k malé tepelné vodivosti, může vnesené teplo způsobit vznik míst, kde dojde k lokálnímu přehřátí a tím ke snížení houževnatosti a korozní odolnosti. Z uvedeného vyplývá, že tyto typy ocelí mají být svařovány s co nejmenší úrovní vneseného tepla. Prakticky to znamená použití minimálního svařovacího proudu a vyšší rychlosti svařování.

Super - austenitické oceli jsou náchylné na trhliny za tepla. Z tohoto důvodu musí být svařování prováděno za minimálního vneseného tepla tj. za použití nízkých svařovacích parametrů a malé svarové lázně. Výrazný vliv na množství vneseného tepla má způsob kladení housenek a počet jednotlivých vrstev.

## Používané technologie svařování

**Svařování obalenými elektrodami** je stále velmi používaná technologie svařování v chemickém průmyslu na rozdíl od ostatních odvětví. Důvodem není jen snadnější realizace svařování při opravách, ale i skutečnost, že povrch svaru obsahuje mnohem menší množství oxidů oproti svařování metodou MIG/MAG a proto operace po svařování jako je broušení apod. mohou být minimalizovány a mnohdy převáží výhody

poloautomatického svařování. Oxidy na vnitřní straně nádob nebo potrubí se odstraňují z důvodu korozní odolnosti a na straně vnější většinou z estetických důvodů.

**Svařování metodou TIG (WIG)** je nejvíce používaný proces svařování v chemickém průmyslu. Metoda TIG je velmi často používána pro svařování kořenových vrstev. Vzhledem k velmi dobré kontrole svarové lázně (její ovladatelnosti) se dosahuje velmi kvalitních svarových spojů. Bohužel proces je však velmi pomalý a proto je často nahrazován např. i elektrodami pro ruční obloukové svařování. Často používanou metodou je však orbitální mechanizované svařování TIG pro svařování potrubí. Použití pulzního procesu s frekvencí mírně nad 10 Hz zabezpečuje lepší kontrolu lázně a potřebný průvar. Svařování se provádí vždy bez mezery. Další aplikací tohoto procesu je svařování trubka - trubkovnice a to jak bez nebo s přídavným materiálem.

**Svařování metodou MIG/MAG** je obecně velmi rozšířenou metodou. S ohledem na vysoké požadavky na kvalitu vzhledu a povrchu svaru je bohužel v chemickém průmyslu její využití poměrně malé a to i z dále uvedených důvodů. Při použití směsi plynů argon plus 1 až 5 % kyslíku dochází na povrchu svaru a v jeho okolí ke vzniku silné oxidické vrstvy, která musí být odstraňována. Problém nastává i při použití směsi plynů Ar + CO<sub>2</sub>, kdy možnost vnesení uhlíku do svarové lázně může snížit odolnost proti korozi. Z tohoto důvodu by se měl používat plyn s co nejmenším obsahem CO<sub>2</sub>. Maximální hranice se pohybuje okolo 2,5 % CO<sub>2</sub>. Další možností je použití čistého argonu kdy však oblouk je méně stabilní a přenos tepla horší.

Z těchto důvodů není metoda MIG/MAG při svařování v chemickém průmyslu příliš rozšířená. Nabízí se další možnosti jako je použití směsi plynů na bázi Ar-He-O<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>) kde je však použití směřováno především do automatizovaných procesů, kde je kromě vysoké kvality požadován i vyšší odtavovací výkon.

## Svařování plněnými elektrodami (FCW).

Všechny plněné elektrody společnosti ESAB bez vlastní ochrany jsou určeny pro svařování ve směsi plynu (ideální je Ar + 18 % CO<sub>2</sub>). Vzniklá struska na povrchu svaru dostatečně chrání svar před nahříváním. Vybrané typy plněných elektrod zaručují nízký poměr oxidů na povrchu svarového kovu a v jeho okolí.

**Svařování pod tavidlem (SAW)** je nejpoužívanější metodou pro svařování velkých ocelových plechů. Pro svařování korozivzdorných ocelí se používají speciální tavidla, která zajišťují potřebnou metalurgii svarového spoje. Tato metoda je ve velké míře používána pro navařování nelegovaných nebo nízkolegovaných ocelí. Výsledkem

W. Nr.	Ozn. dle EN (ČSN)	C	Cr	Ni	Mo	X
běžné typy nerezavějících ocelí						
1.4301	X5CrNi 18-10 (17 240)	0,07	18,5	9,5		
1.4306	X2CrNi 19-11 (17 249)	0,03	19,0	11,0		
1.4541	X6CrNiTi 18-10 (17 247, 17 248)	0,08	19,0	10,5		Ti
1.4401	X5CrNiMo 17-12-2 (17 346)	0,07	18,0	12,0	2,5	
1.4404	X2CrNiMo 17-12-2 (17 349)	0,08	18,0	12,0	2,5	
1.4571	X6CrNiMoTi 17-12-2 (17 348)	0,08	18,0	12,0	2,5	
plně austenitické oceli						
1.4539	X1NiCrMoCu 25-20-5	0,02	20,0	25,0	4,5	Cu
1.4547	X1CrNiMoCuN 20-18-7	0,02	20,0	18,0	6,5	N, Cu
duplexní oceli						
1.4462	X2CrNiMoN 22-5-3	0,03	22,0	5,5	3,0	N
1.4410	X2CrNiMoN 25-7-4 (42 2942)	0,03	25,0	7,0	4,0	N

Tab. 1

NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ PŘÍDAVNÉ SVAŘOVACÍ MATERIÁLY DOPORUČENÉ PRO JEDNOTLIVÉ TYPY VYSOKOLEGOVANÝCH OCELÍ POUŽÍVANÝCH V CHEMICKÉM PRŮMYSLU					
Typ oceli W. Nr.	EN 10027	MMA	MIG/MAG	TIG	SAW
1.4301	X5CrNi 18-10 (17 240)	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.35	OK 308LSi	OK 308L	OK 308L* <sup>1 2</sup>
1.4306	X2CrNi 19-11 (17 249)	OK 61.20, OK 61.30, OK 61.35	OK 308LSi	OK 308L	OK 308L* <sup>1 2</sup>
1.4541	X6CrNiTi 18-10 (17 247, 17 248)	OK 61.81, OK 61.85	OK 347Si	OK 347Si	OK 347* <sup>1 2</sup>
1.4401	X5CrNiMo 17-12-2 (17 346)	OK 63.20, OK 63.30, OK 63.35	OK 316LSi	OK 316L	OK 316L* <sup>1 2</sup>
1.4404	X2CrNiMo 17-12-2 (17 349)	OK 63.20, OK 63.30, OK 63.35	OK 316LSi	OK 316L	OK 316L* <sup>1 2</sup>
1.4571	X6CrNiMoTi 17-12-2 (17 348)	OK 63.80, OK 63.85	OK 318Si	OK 318Si	OK 318Si* <sup>1 2</sup>
1.4539	X1NiCrMoCu 25-20-5	OK 69.33, OK 92.45	OK 385, OK NiCrMo3	OK 385, OK NiCrMo3	OK 385* <sup>2</sup> OK NiCrMo3**
1.4547	X1CrNiMoCuN 20-18-7	OK 92.45	OK NiCrMo3	OK NiCrMo3	OK NiCrMo3**
1.4462	X2CrNiMoN 22-5-3	OK 67.50, OK 67.55	OK 2209	OK 2209	OK 2209* <sup>2 3</sup>
1.4410	X2CrNiMoN 25-7-4 (25 9 4 N L)	OK 68.55	OK 2509	OK 2509	OK 2509* <sup>2 3</sup>

Tab. 2

\* OK FLUX 10.92<sup>1</sup>, OK FLUX 10.93<sup>2</sup>, OK FLUX 10.94<sup>3</sup>

\*\* OK FLUX 10.16

Poznámka: položky, které nejsou součástí běžné nabídky je možno zajistit pouze dle individuální dohody s pracovníky obchodního oddělení společnosti ESAB, možnost použití dalších přídatných svařovacích materiálů je možno konzultovat s pracovníky technického servisu ESAB.

je ocelová konstrukce s povrchem odolným korozivnímu napadení.

**Ostatní metody svařování.** Nejpoužívanější metodou je svařování plazmou, které se využívá hlavně pro svařování dlouhých nádob z materiálu na bázi CrNi. Obvykle se jedná o podélné a obvodové svary, kde tloušťka materiálu je 2 až 8 mm a svařuje se na jednu vrstvu. Oproti mechanizovanému způsobu svařování TIG je možno docílit zvýšení svařovací rychlosti o 40 až 90 % za současného výrazného snížení spotřeby přídavného materiálu. Pro lepší vlastnosti při navařování vnitřních ploch nádob se stále více uplatňuje elektrostruskový proces svařování namísto tradičního procesu navařování páskou pod tavidlem.

### Formovací plyny

Jak již bylo zmíněno, oxidická vrstva na povrchu svaru musí být před použitím v korozivním prostředí odstraněna. To však není vždy možné, jestliže se jedná o vnitřní stranu potrubí nebo nádoby malého průměru. V těchto případech musí být použity ochranné plyny, aby ke vzniku oxidů nedocházelo. Pro toto použití jsou vhodné: čistý argon, nebo směs argon-vodík. Jestliže to typ svařovaného materiálu umožňuje, mohou být použity i levnější typy plynů jako je dusík nebo směs vodík-dusík. Protože tyto plyny mají pozitivní efekt na utváření kořenové vrstvy vlivem odebraného tepla, jsou tyto plyny nazývány formovací.

### Závěr

Fyzikální vlastnosti CrNi ocelí a dále požadavky vyplývající z jejich použití pro chemický průmysl vyžadují procesy svařování, které právě toto respektují. Jako tavné procesy svařování jsou převážně používány technologie ručního obloukového svařování, svařování metodou TIG a svařování pod tavidlem. Svařování v chemickém průmyslu klade také pochopitelně určité požadavky na svařovací zdroje, kde je hlavním cílem reprodukovatelný a plně kontrolovaný proces vzniku bezchybného spoje.

**Ing. Jiří Martinec, Ing. Aleš Plíhal,  
ESAB VAMBERK, s.r.o., člen koncernu**

### Welding in the chemical industry

*The presented article focuses on the problems of welding in the chemical industry. It aims to provide a somewhat different view of this chosen area because standard approaches divide problems of welding always usually in terms of the applied basic or construction materials or in terms of the applied welding technology. This model has its logical substantiation and we normally use it in all the information materials of our company. Guided by the endeavour to provide information from various points of view, we would also like to extend the possibility of orientation in our offer of welding materials this way.*

### Сварка в химической промышленности

*Предлагаемая статья направлена на проблематику сварки в химической промышленности. Целью статьи является предоставить до некоторой степени отличный от общепринятого взгляд на избранную область, так как обычный подход делит проблематику сварки на две части - с точки зрения использования основных, в данном случае - конструкционных - материалов, или с точки зрения использованной технологии сварки. Эта модель безусловно имеет своё логическое обоснование и используется во всех информационных материалах компании. Ведомые желанием предоставить информацию из различных источников и под разным углом зрения, мы расширяем возможности ориентироваться в наших предложениях сварных материалов и этим способом.*

Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.,  
ČVUT v Praze, Fakulta strojní, ČEZ, a. s.,  
ZČU v Plzni, Fakulta strojní, ÚJV Řež, a.s.  
Inženýrská akademie České republiky a ČSNMT

pořádají 9. ročník konference

## ZVYŠOVÁNÍ ŽIVOTNOSTI KOMPONENT ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ V ELEKTRÁRNÁCH

Srní, 21. – 23. říjen 2014

Kontakt: Jana Miksanová,  
Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.,  
Tylova 1581/46, 301 00 Plzeň,  
tel.: 379 852 202, fax: 378 134 290,  
e-mail: miksanova@vzuplzen.cz

## ESAB, Váš pomocník při zvyšování produktivity



Bez ohledu na to, kde se nacházíte nebo na průmyslovém odvětví ve kterém se pohybujete, společnost ESAB má vše, co potřebujete k práci - at je to široký sortiment přídatných svařovacích materiálů, svařovací či řezací zařízení pro ruční obloukové svařování, plazmu, mechanizované řezání či automatizované svařování.

ESAB je jednou z několika mezinárodních společností, které úspěšně zavedly ve všech svých výrobních jednotkách jak systém řízení managementu pro péči o životní prostředí ISO 14 001, tak i podobný systém managementu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci OHSAS 18001.

Promluvíte si s některým z našich odborníků, pomohou Vám najít nejvhodnější svařovací aplikaci i výrobky, a nechte ESAB, aby vše uvedl do praxe.

www.esab.cz

