

Korozivzdorné oceli v potravinářském a nápojářském průmyslu



Euro Inox

Euro Inox je evropskou asociací pro rozvoj trhu nerezavějících ocelí.

Členy Euro Inox jsou:

- evropští výrobci nerezavějících ocelí.
- národní asociace pro vývoj nerezavějících ocelí.
- asociace pro rozvoj odvětví výroby legujících prvků.

Prvořadými cíli organizace Euro Inox je vytvářet povědomí o jedinečných vlastnostech korozivzdorných ocelí a podporovat jejich používání jak u stávajících aplikací, tak i na nových trzích. K dosažení těchto cílů pořádá Euro Inox konference a semináře a vydává směrnice v tištěné i elektronické podobě, které umožňují konstruktérům, tvůrcům specifikací, výrobcům a koncovým uživatelům lépe se seznámit s tímto materiálem. Euro Inox rovněž podporuje technický výzkum a průzkum trhu.

ISBN 978-2-87997-191-9

978-2-87997-189-6

2-87997-142-x

978-2-87997-190-2

978-2-87997-255-8

Turecké vydání

Anglické vydání

Polské vydání

Německé vydání

Řádní členové

Acerinox

www.acerinox.es

ArcelorMittal Stainless Belgium

ArcelorMittal Stainless France

www.arcelormittal.com

Outokumpu

www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta

www.nirosta.de

Přidružení členové

Acroni

www.acroni.si

British Stainless Steel Association (BSSA)

www.bssa.org.uk

Cedinox

www.cedinox.es

Centro Inox

www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

www.edelstahl-rostoffrei.de

Institut de Développement de l'Inox (I.D.-Inox)

www.idinox.com

International Chromium Development Association (ICDA)

www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMOJA)

www.imoa.info

Nickel Institute

www.nickelinstitute.org

Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)

www.turkpasder.com

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

www.puds.pl

SWISS INOX

www.swissinox.ch

Redakční poznámka

Korozivzdorné oceli v potravinářském a nápojářském průmyslu, 1. vydání 2008
(Materiály a jejich použití, svazek 7)
© Euro Inox 2008

Vydavatel

Euro Inox
Sídlo organizace:
241 route d'Arlon, 1150 Lucemburk,
Lucembursko
Tel.: +352 261 03 050 / Fax: +352 261 03 051
Správní kancelář:
Diamant Building, Bd. A. Reyers 80
1030 Brusel, Belgie
Tel.: +32 2 706 82 67 / Fax: +32 2 706 82 69
E-mail: info@euro-inox.org
Internet: www.euro-inox.org

Autor

Eric Partington, Ampney St.Mary (UK)

Překlad

Rudolf Štefec, Kladno (CZ)

Autorská práva

Toto dílo je předmětem autorského práva. Euro Inox si vyhrazuje všechna práva na překlady do kteréhokoliv jazyka, přetisky, opětné použití vyobrazení, zopakovávání uváděných skutečností a vysílání. Žádná část této publikace nesmí být rozmnožována, uložena ve vyhledávacím systému nebo předávána a šířena jakoukoli formou a jakýmikoli prostředky, ať elektronicky, mechanicky, pořízováním fotokopíí, nahráváním či jinak, bez předchozího písemného svolení majitele autorských práv, kterým je Euro-Inox, Lucemburk. Jejich porušení může být předmětem soudního řízení a zakládat zodpovědnost za finanční škody vzniklé každým jednotlivým porušením a povinnost úhrady nákladů a soudních poplatků, a může být stíháno podle lucemburského zákona o autorském právu a podle předpisů Evropské unie.

Obsah

1	Zaměření a cíle	2
2	Důvody vzniku této publikace	2
3	Proč používat korozivzdorné oceli	2
4	Kterou korozivzdornou ocel použít	5
5	Jak zpracovávat korozivzdorné oceli	9
6	Povrchové úpravy	14
7	Konstrukční zásady	17
8	Závěr	20
9	Evropské normy	21
10	Literatura	22
11	Kam se obrátit o pomoc	23
12	Příloha	23

Poděkování

Tato publikace vznikla s laskavou podporou Nickel Institute, Toronto (www.nickelinstitute.org, www.hygienicstainless.org)

Fotografie na obálce:

- Centro Inox, Milano (I)
- Koninklijke Grolsch, Enschede (NL)
- Packo Inox, Zedelgem (B)

Odmítnutí právní odpovědnosti

Euro Inox se maximálně vynasnažila o zajištění technické správnosti informací uváděných v této publikaci. Čtenáře však upozorňuje, že zde obsažený materiál slouží pouze jako všeobecná informace.

Organizace Euro Inox, jakož i její členové, pracovníci a konzultanti výslovně odmítají jakékoliv závazky a jakoukoliv odpovědnost za případné ztráty, škody nebo újmy vzniklé použitím informací obsažených v této publikaci.

1 Zaměření a cíle

Tato brožura nabízí přehled mnohostranného použití korozivzdorných (též antikorozních, nerezavějících, lidově “nerez”) ocelí jakožto materiálu první volby pro evropský (a vpravdě i pro celosvětový) potravinářský a nápojářský průmysl. Uvádí popis charakteristických vlastností pěti hlavních skupin korozivzdorných ocelí a ukazuje, pro které aplikace se oceli každé z těchto skupin nejlépe hodí. Pojednává o postupech zpra-

cování korozivzdorných ocelí, o významu dokončovacích úprav pro získání hladkého povrchu a o důležitosti uplatnění správných konstrukčních zásad pro zajištění hygienické nezávadnosti výrobků. Nemůže však pojmout veškeré aspekty volby a využití korozivzdorných ocelí a proto též uvádí užitečné odkazy na další literaturu a na zdroje specializovaného poradenství.

2 Důvody vzniku této publikace

Existuje celá řada různých korozivzdorných ocelí a každá z nich nabízí vlastní, od ostatních odlišnou sestavu ukazatelů korozní odolnosti, mechanické pevnosti, tvažitelnosti a svařitelnosti. Nasazením té nevhodnější korozivzdorné oceli, jakož i jejím

správným zpracováním a správnou údržbou je možno si zajistit dlouhodobé bezproblémové využívání s minimálními celkovými náklady počítanými na celý cyklus životnosti výrobku.

3 Proč používat korozivzdorné oceli

Již dlouho jsou korozivzdorné oceli zavedeny jako nevhodnější materiál pro konstrukci téměř všech zařízení na zpracování

a skladování potravin. Proč tomu tak je? Jakým svým vlastnostem korozivzdorné oceli vděčí za svoji oblibu? Zcela na prvním místě je to díky jejich odolnosti vůči korozi. Všichni známe, jak čisté a lesklé zůstávají korozivzdorné oceli za běžných podmínek na vzduchu, ale právě díky tomu, že se celkově chovají inertně, jsou rovněž ideálním materiálem pro styk s potravinami. Totiž tam, kde mezi korozivzdornými oceli a potravinami nedochází k žádným měřitelným chemickým reakcím, zůstávají v neporušeném stavu jak tyto materiály, tak i samotné potraviny, do kterých nepronikají



*Korozivzdorných ocelí se v moderních provozech pro profesionální přípravu jídel široce využívá na nejrůznější přístroje a pomůcky stejně jako na pracovní plochy.
Fotografie: Caterform*

ani složky kovového materiálu, ani korozní zplodiny.

V Evropě se podle rámcového Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 [1] konkrétně vyžaduje, aby “materiály ve styku s potravinami za obvyklých nebo předvídatelných podmínek použití neuvolňovaly své složky do potravin v množstvích, která by mohla ohrozit zdraví lidí nebo způsobit nepříjemnou změnu ve složení potravin nebo zhoršení jejich organoleptických vlastností”. Toto nařízení může být dále specifikováno právními úpravami jednotlivých států, např. [2].

Korozivzdorná ocel typu 1.4301 (AISI 304) – značka oceli, kterou všichni dobře známe, neboť se z ní nejčastěji vyrábějí jídelní přístroje a kuchyňské nádobí – nachází mimořádné využití v potravinářském a nápojářském průmyslu právě proto, že zůstává inertní ve styku s nejrůznějšími potravinami. A snáší silné detergenty, jejichž použití bývá nezbytné pro udržování zařízení v čistotě. Korozivzdorné oceli ve skutečnosti v potravinářství a v dodávání jídel rychle nahrazují jiné kovové materiály.

Korozní odolnost zajišťuje neviditelná ochranná vrstva oxidů bohatých chromem (tzv. “pasivní vrstva”), která se na povrchu korozivzdorných ocelí obsahujících alespoň 10,5% chromu tvoří samovolně v přítomnosti kyslíku nebo v okysličené vodě. Dokonce dojde-li k jejímu fyzickému nebo chemickému poškození, znovu se rychle zacelí, jakmile příčina poškození pomine a povrch oceli je opět vystaven styku s kyslíkem.

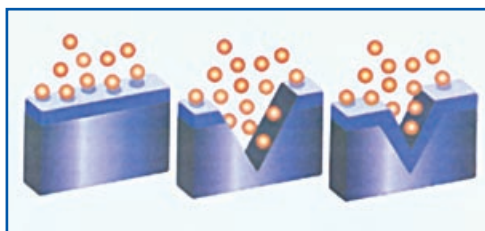
Ale korozivzdorné oceli se nejen chovají takto netečně (což jim dává další výhodu v tom, že jsou nejedovaté), nýbrž nabízejí ještě mnoho dalších vlastností, díky nimž



Podíly použití korozivzdorných ocelí na trhu podle druhů finálních výrobků.

Pramen: odhady podle údajů ISSF z r. 2005

se ideálně hodí pro potravinářské linky a zařízení. Korozivzdorné oceli se snadno upravují tak, aby jejich povrch byl hladký a neabsorbující, a ten se pak dále udržuje hladký mj. díky tvrdosti, která je této třídě materiálů vlastní. Souvislost drsnosti povrchu, který přichází do styku s potravinami, se snadností přilnutí potravin k takovému povrchu (jakož i neschopností jejich odstranění) je plně doložena [3]; platí totiž, že povrch, který zůstává hladký po dlouhou dobu, též odolává vytváření úsad biologické



Na povrchu korozivzdorných ocelí se vytváří neviditelná ochranná oxidická vrstva, zvaná “pasivní vrstva”. Dojde-li k jejímu poškození, obnovuje se samovolně působením vzdušného kyslíku nebo kyslíku přítomného ve vodě.

kého materiálu, které by mohly ohrozit hygienu. Proto se s korozivzdornými materiály snadno zajišťuje vysoká úroveň hygieny.

Korozivzdorné oceli dobře snášejí působení širokého pásma teplot od vaření po mražení, jaké se běžně vyskytují při výrobě potravin resp. jídel, a velmi dobře odolávají tepelným nárazům - rychlým a výrazným změnám teploty.

Nejdůležitější je, že díky fyzikálním vlastnostem korozivzdorných ocelí je možno

z nich snadno vyrábět zařízení, která dokáží potraviny zpracovávat efektivně a hospodárně, a do jejich konstrukčního řešení začleňovat prvky a celky, které se snadno čistí a udržují, často aniž by bylo třeba zařízení rozebírat (čištění přímo na místě).

Jsou pevné. Mohou se podle potřeby tvářet a tvarovat na výrobky pro zpracování potravin, jejich dopravu a skladování, a snadno se svaňují (jak níže uvádí kapitola 5). Dobře odolávají nárazům, únavě, opotřebení, otěru a oděru.

Navíc podle požadavků systému analýzy rizik a kritických kontrolních bodů (HACCP) mají provozovatelé všech průmyslových technologií včetně zpracování a balení potravin povinnost aktivně vyhledávat možné zdroje ohrožení zdraví, bezpečnosti a hygieny. Přitom “ohrožení” je definováno jako cokoli počínaje nákazou, ke které došlo vlivem chybného konstrukčního řešení nebo hygienické závady, přes poškozování materiálů erozí nebo korozí až po selhání komponent zařízení rozlomením nebo únavou. Systémy HACCP musí nyní uvažovat též možnosti znečištění potravin materiály, s nimiž přicházejí do styku. Ve všech členských státech EU mohou inspektoři příslušných orgánů daného státu požá-

dovat předložení analýz HACCP, aby bylo možno zjistit, zda všechna možná rizika byla opravdu posouzena a zda byla podniknuta odpovídající opatření.

Je zřejmé, což ostatně platí pro všechny materiály, že pro zamýšlené podmínky používání má výběr té nejvhodnější korozi-vzdorné oceli a pro ni výběr té nejvhodnější povrchové úpravy spolu s uplatněním správných konstrukčních zásad, správné výrobní resp. zpracovatelské praxe a správné údržby zásadní význam. Všechny tyto aspekty probírá tato brožura.

Spolehlivost a trvanlivost korozi-vzdorných ocelí rovněž přispívá k tomu, že mají nízké náklady počítáno na celou dobu jejich životnosti. Ale i poté, co určitý výrobek z korozi-vzdorné oceli dospěl do konce své provozní využitelnosti, nekončí životnost korozi-vzdorné oceli, z níž byl vyroben. Nové výrobky z korozi-vzdorných ocelí dnes obsahují v průměru 60% recyklovaného materiálu¹.

A mají vlastnost zvláště důležitou tam, kde se předkládají pokrmy ať už ve veřejném stravování nebo doma – korozi-vzdorné oceli jsou vzhledově atraktivní.

Popularita korozi-vzdorných ocelí v potravinářství je dána propojením praktičností a estetiky.



*Korozi-vzdorné oceli mají lesklý a atraktivní povrch – a především se snadno čistí a udržují.
Fotografie: Cedinox*

4 Kterou korozivzdornou ocel použít

Stejně jako “ocel” je železo s definovaným obsahem uhlíku, je “korozivzdorná ocel” taková ocel, která má definovaný obsah chromu. Avšak “korozivzdorná ocel” není jen jedna, nýbrž se jedná o celou skupinu více než 200 slitin železo–uhlík–chrom. Korozivzdorné jsou ty oceli, které obsahují nejvýše 1,2% uhlíku a nejméně 10,5% chromu. To samozřejmě neznamená, že každá značka oceli obsahující více než 10,5% chromu odolá korozi ve všech provozních prostředích. Za zvláště agresivních provozních podmínek některé značky korozivzdorných ocelí mohou korodovat, takže bude třeba použít ocelí s vyššími obsahy chromu nebo ocelí obsahujících ještě přísady dalších prvků jako niklu, molybdenu, dusíku a mědi, které lépe odolávají danému prostředí nebo určitému typu koroze. Některé přísady zlepšují tvařitelnost korozivzdorných ocelí nebo jejich obrobitelnost či svařitelnost, což usnadňuje výrobu a zpracování určitých součástí zařízení, nebo zvyšují jejich houževnatost a tím i trvanlivost. Zároveň však tytéž přísady mohou zhoršovat jinou vlastnost oceli, jako například odolnost vůči korozi, a též mohou ocel zdražovat. Proto je důležité definovat provozní prostředí, ve kterém má určitá konkrétní součást zařízení z korozivzdorné oceli pracovat, a stejně důležité je respektovat zpracovatelské postupy, jichž při stavbě daného zařízení bude zapotřebí, a porozumět vlivům jednotlivých přísadových prvků na vlastnosti daného materiálu. To pomůže zvolit takovou značku korozivzdorné oceli,

kteřá bude pro daný účel vhodná a přitom nebude koncipovaná nadbytečně. Úvod do metalurgie a otázek korozní odolnosti korozivzdorných ocelí nabízí literatura [4] a Euro Inox zveřejňuje tabulky vlastností široké škály korozivzdorných ocelí v podobě sviteků a tenkých nebo tlustých plechů [5].

Těmi “nejjednoduššími” korozivzdornými ocelmi jsou slitiny železo–uhlík–chrom; ty se dělí do dvou skupin.

První skupinu tvoří “martenzitické” korozivzdorné oceli. Obsahují pouze cca 13% chromu (takže jsou to ty nejlevnější korozivzdorné oceli), avšak mají vysoké obsahy uhlíku (až do 1%). Tyto vysoké obsahy uhlíku způsobují, že martenzitické korozivzdorné oceli se nesehnou tvářejí a svařují, zato jsou však velice tvrdé a pevné a jejich tvrdost je možno dále zvyšovat tepelným zpracováním. Tyto korozivzdorné oceli (též zvané “kalitelné”) jsou ideální tam, kde prostředí není vysoce agresivní, ale kde je důležité, aby dobře odolávaly opotřebení. Ocel značky 1.4125 (AISI 440C) obsahuje 1% uhlíku a je mimořádně tvrdá; proto se používá na součásti čerpadel vystavené otěru. Ocel značky 1.4021 (AISI 420) obsahuje min. 0,15% uhlíku a je ideální na čepele nožů. Ocel značky 1.4116 obsahuje min. 0,45% uhlíku a vyrábějí se z ní velmi kvalitní kuchyňské nože, které se neotupí ani po dlouhém používání.

Čepel tohoto nože je z kalitelné korozivzdorné oceli značky 1.4116.
Fotografie: Wüsthof



Stabilizovaná feritická korozivzdorná ocel (EN 1.4510) je vhodná pro pracovní plochy tohoto typu profesionálních varných jednotek. Její feritická struktura zajišťuje v podmínkách profesionálních vyvažoven malou tepelnou roztažnost materiálu.

*Fotografie: Maestro
– Bonnet*



Druhá skupina slitin železo–uhlík–chrom je známa jako “feritické” korozivzdorné oceli; ty obvykle obsahují přibližně 17% chromu a přibližně 0,05% uhlíku. Významnou vlastností feritických korozivzdorných ocelí je, že se jedná o oceli magnetické. Běžně se jich používá na přístroje, nástroje a zařízení pro domácnost jako myčky nádobí, chladničky, pánve a pekáče. Ocel značky 1.4016 (AISI 430) má přijatelnou korozní odolnost (zejména odolává koroznímu praskání pod napětím) a je poměrně levná.

Tato feritická ocel se však hůře tváří a svařuje než austenitické korozivzdorné oceli (srv. níže). Pro aplikace vyžadující vyšší protváření nebo vyšší korozní odolnost je možno použít speciálních feritických ocelí. Nelze-li se u feritických ocelí vyhnout svařování, doporučuje se použití některé z mnoha značek stabilizovaných přísadou titanu a/nebo niobu (např. 1.4509; AISI 441); stabilizované feritické oceli jsou zvláště vhodné na součásti ohříváčů a hořáků. Jejich odolnost vůči bodové (důlkové) korozi se zvýší přísadou 2% molybdenu. Tam, kde v neutrálním prostředí je vysoká koncentrace chloridů, je vhodné použít oceli značky 1.4521 (AISI 444).

Přísada niklu do korozivzdorných ocelí přináší cenné výhody při jejich dalším zpracování (např. lepší tvařitelnost a svařitelnost) a současně zlepšení jejich korozní odolnosti. Existují tři skupiny korozivzdorných ocelí na bázi slitin železo–uhlík–chrom–nikl. První skupina je známa jako “austenitické” korozivzdorné oceli, někdy zkráceně jen “austenity”. Díky obsahu 8 – 12% niklu jsou snadno tvařitelné a přesto houževnaté. Mají vysokou tažnost, takže se snadno tvářejí válcováním, lisováním a hlubokým tažením, přičemž obsah 18% chromu jim dodává vynikající odolnost proti celkové korozi. Jsou to korozivzdorné oceli, kterých se v potravinářském a nápojářském průmyslu používá nejčastěji.

Ocel značky 1.4301 (AISI 304) je austenitická korozivzdorná ocel obsahující přibližně 0,05% uhlíku, 18% chromu a min. 8% niklu. Má široké použití pro nejrůznější výrobky od pivovarských nádob až po kuchyňské dřezy a cisterny na převoz mléka. Tam, kde se určitá součást má vyrábět hlubokým tažením (jako je tomu např. u soudků na pivo), může být pro zlepšení tvařitelnosti oceli její obsah niklu zvýšen na 9% i více.

Podobně jako u feritické oceli značky 1.4521 i u této austenitické korozivzdorné oceli přísada přibližně 2% molybdenu dále zvýší její odolnost vůči bodové korozi. Ocel 1.4401 (AISI 316) je vlastně značka AISI 304 s přísadou 2% molybdenu; je obzvláště odolná vůči vysokým koncentracím chloridů nebo oxidu siřičitého v provozním prostředí, takže se hodí pro skladování bílých vín, slaných potravin a agresivních tekutin, např. pektinu používaného ve výrobě zavařenin.



Korozivzdorné oceli značky 1.4401 (AISI 316) se široce používá na zařízení ve styku s agresivnějšími druhy potravin, např. na strojní zařízení pro zpracování masa (vlevo) nebo na zařízení pro výrobu pektinu na zavařeniny (vpravo).

Fotografie: MPS Group (vlevo), Nickel Institute (vpravo)

Vysokolegované superaustenitické oceli odolávají korozi i za mimořádně agresivních podmínkách. Například při výrobě sojové omáčky se složky připravené směsi nechávají fermentovat v nádržích po dobu asi šesti měsíců a v tomto období produkují omáčku bohatou na organické kyseliny, aminokyseliny a alkoholy, která má pH přibližně 4,7 a obsahuje kolem 17% chloridu sodného. Vysoké obsahy chromu, niklu, molybdenu a dusíku spolu s nízkým obsahem uhlíku zajišťují austenitickým korozivzdorným ocelím vynikající korozní odolnost v celé řadě agresivních prostředí. K typickým ocelím této třídy patří značka 1.4539 (904L) s obsahem molybdenu vyšším než 4% a značky 1.4547 (254 SMO) a 1.4529, které obě obsahují více než 6% molybdenu a jsou modifikované dusíkem.



Korozivzdorné oceli značky 1.4301 (AISI 304) se široce používá v pivovarnictví a mlékárenství — na nejrůznější výrobky od autocisteren pro rozvoz mléka až po pivní soudky.

Fotografie: Nickel Institute



*Jeden způsob, jak vyřešit věkovitý problém koroze nádob pro fermentaci soji, je vyrobít nové zařízení z vysokolegované superaustenitické korozivzdorné oceli (u těchto nádrží se jedná o chráňnou značku obsahující 23% chromu, 25% niklu a 5,5% molybdenu).
Fotografie: Nippon Yakin Kogyo Co. Ltd.*

Pro velmi agresivní prostředí, jaká se vyskytují například ve výrobě hořčice a octa, v sýrárnách nebo v závodech na rybí konzervy, je někdy nezbytné přistoupit k použití některé z korozivzdorných ocelí druhé skupiny spadající do soustavy železo-uhlík-chrom-nikl – austeniticko-feritických, tzv. “duplexních” ocelí. Jsou to oceli s velmi vysokými obsahy chromu – 22% u značky 1.4462 (2205) a 23% u značky 1.4362 (2304) – a v případě značky 1.4462 též s cca 3% molybdenu. Duplexní oceli bývají zpravidla též dražší než austenitické. Mají podobnou odolnost vůči celkové korozi jako austenitické korozivzdorné oceli, ale mnohem vyšší mechanickou pevnost, což je zčásti dáno přísadou cca 0,15% dusíku. Též jejich odolnost vůči koroznímu praskání pod napětím je mnohem lepší než odolnost austenitických korozivzdorných ocelí (i když se nevyrovná odolnosti ocelí feritických) a jejich odolnost vůči štěrbinové a bodové korozi je lepší než u austenitických ocelí skupiny 1.4401 (AISI 316).

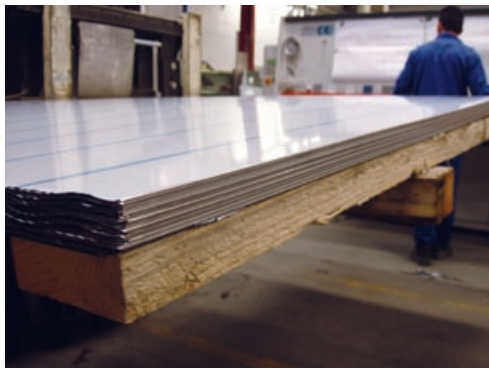
Existuje ještě třetí skupina korozivzdorných ocelí soustavy železo-uhlík-chrom-nikl, která sice má vysoké náklady na materiál a výrobu, ovšem u těchto “precipitačně vytvrzujících” (precipitačně vytvrditelných) korozivzdorných ocelí se spojuje dobrá korozní odolnost ocelí austenitických s vynikajícími mechanickými vlastnostmi ocelí kalitelných (martenzitických). Oceli jako např. 1.4542 (AISI 630) obsahují přísady mědi (které zlepšují jejich odolnost v redukujících kyselinách) a niobu (pro omezení koroze svarových spojů).

*Tento výměník tepla je vyroben z duplexní korozivzdorné oceli a používá se pro vaření rajčatové a sojové omáčky nebo omáčky pro opékání masa.
Fotografie: Dimpleflo*



5 Jak zpracovávat korozivzdorné oceli

Jako u všech konstrukčních materiálů je i při přípravě výroby komponent technologických zařízení z korozivzdorných ocelí důležité dodržovat při nakupování a zpracování správné postupy. Plechy a pásy jsou k dostání v provedení s hladkou povrchovou úpravou (např. 2B) a jejich povrch je třeba chránit, nejlépe tak, že se v objednávce specifikuje dodání s proloženými mezivrstvami (případně přilnavého) papíru nebo povlaku, který může být na povrchu oceli ponechán během skladování a i během mnoha dílčích operací jejího zpracování na finální výrobek. Tenké plechy a pásy by správně měly být skladovány nastojato ve stojanech (nikdy naležato na podlaze), aby bylo co nejmenší riziko, že se poškodí poškrábáním při přetahování jiných součástí nebo zašlapáním částeczek nečistot do



Plechy z korozivzdorných ocelí mohou být dodávány s ochrannými plastovými obaly.

jejich povrchu. Trubky je možno objednat s ochrannými záslepkami a v plastových obalech, které jsou výhodné při skladování trubek na otevřeném prostranství².

Dodržování čistoty má zásadní důležitost, protože nečistoty mohou být na závadu při svařování a mohou vyvolávat štěrbinovou korozi. Nečistoty jako mastnotu, oleje, popisky barevnými tužkami a lepicí pásy je třeba odstranit rozpouštědlem neobsahujícím sloučeniny chloru.

Aby nedošlo ke kontaminaci uhlíkovou ocelí, je třeba komponenty z korozivzdorných ocelí vyrábět resp. zpracovávat v prostoru odděleném od všech podobných prací prováděných s uhlíkovými oceli. Je důležité, aby se do povrchu korozivzdorné oceli nezadřely částecčky uhlíkové oceli, které by totiž nejen ve vlhku korodovaly a zanechávaly nevzhledné šmouhy rzi, ale mohly by rovněž vést ke vzniku bodové nebo štěrbinové koroze korozivzdorné oceli v prohlubních, kde se takové částecčky uhlíkové oceli uchytily.



Tenké plechy se mají skladovat nastojato a jejich ochranný plastový obal jim má být ponechán co nejdéle během postupu výroby resp. zpracování.

² Podrobná doporučení jsou uvedena v brožůře Mechanické dokončení dekorativních nerezových povrchů (Publikační řada Materiály a jejich použití, sv. 6), Lucemburk, Euro Inox, 2005

Částečky železa zaryté kartáčem z uhlíkové oceli a zanesené při práci s uhlíkovou ocelí v totéž pracovním prostoru vedly k iniciaci bodové koroze korozi- vzdorné oceli. Takovému znečištění je možno se snadno vyhnout nebo je odstranit.

Fotografie: Nickel Institute



Částečky zachycené na povrchu je možno odstranit omořením povrchu kyselinou, jak je uvedeno dále, avšak vždy je lépe takovému znečištění předcházet než jeho následky napravovat³. Drátěné kartáče proto mají být vyrobeny z korozi- vzdorné a ne z uhlíkové oceli. Dílenské stoly pro orýsování nebo řezání, vyrobené z uhlíkové oceli, by měly být pokryty lepenkou nebo plastem, aby nedocházelo ke styku těchto dvou materiálů. Závěsy a háky z uhlíkové oceli by stejně jako vidlice vysokozdvíhových vozíků měly mít dřevěné nebo plastové chrániče.

Korozi- vzdorné oceli je možno dělit přestřihovacími nástroji nebo kotoučovým nožem, plazmovým hořákem nebo vodním paprskem. Není je možno na rozdíl od uhlíkových ocelí řezat běžnými postupy tj. kyslíko-acetylé- novým nebo oxypropanovým plamenem, i když jistá varianta dělení oxypropanovým

plamenem, kdy se do plamene zavádí železný prach, může být velmi efektivní pro řezání tloušťek až 200 mm.

Austenitické korozi- vzdorné oceli patří mezi vůbec nejnádhěji tvařitelné technické materiály. Mají však větší tendenci pružně se vracet do původní polohy než jiné oceli (nepatřící mezi korozi- vzdorné) a to je třeba brát v úvahu tam, kde se pokoušíme je tvarovat na přesné tvary. Též u nich dochází k mechanickému zpevnování, čili tvářením resp. tvarováním vzrůstá jejich pevnost.

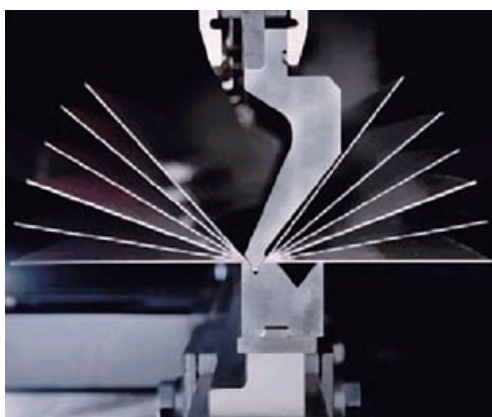
Svařování dvou součástí z korozi- vzdorných ocelí ovlivňuje mechanické vlastnosti a korozní odolnost jak samotného svarového spoje, tak i k němu bezprostředně přiléhající zóny kovu, avšak o svařování korozi- vzdorných ocelí je k dispozici bohatá literatura, kde je možno nalézt návody, jak postupovat [6, 7, 8].

U všech svařovacích operací je velmi důležité dodržovat správné postupy, jak již bylo uvedeno výše, a brát ohled na dále uvedené jevy⁴, které všechny je možno použitím vhodných metod a postupů dobře zvládnout:

- Aby bylo možno dosáhnout a zachovat optimální korozní odolnost a mechanické vlastnosti svarového spoje, musí být během vlastního svařování roztavený kov chráněn proti oxidaci na vzduchu ochranným plynem nebo struskou, nebo musí svařování probíhat ve vakuu.
- Po obou stranách svarového švu dojde k zahřátí základního kovu na teplotu blízkou bodu tavení. Oblast, kde k tomu dojde, je známa jako tzv. tepelně ovlivněná zóna (Heat Affected Zone, HAZ). Způsob a stupeň ovlivnění vlastností svarového kovu a kovu v tepelně ovlivněné

Austenitické korozi- vzdorné oceli mají výtečnou tvařitelnost. Více však pruží (mají tendenci vracet se při tvarování do původní polohy) a na to je třeba brát ohled při přesném tvarování.

Fotografie: Nickel Institute



³ Pickling and Passivating Stainless Steel (publikační řada Materiály a jejich použití, sv. 4), Lucemburk, Euro Inox, 2004

⁴ Svařování korozi- vzdorných ocelí (Materiály a jejich použití, sv. 3), Lucemburk, Euro Inox, 2001

zóně svaru bude záviset na složení dané korozivzdorné oceli, na použité metodě svařování včetně použití přídavného kovu a na následném chemickém zpracování.

- Chrom a uhlík mohou v korozivzdorné oceli během svařování vytvářet částice karbidů chromu na hranicích zrn oceli, což je proces známý jako tzv. zcitlivění. Tím ubude chromu schopného slučováním s kyslíkem vytvářet chromem bohatou oxidickou pasivní vrstvu, která právě zajišťuje korozní odolnost korozivzdorné oceli.
- Přímo ve svarovém kovu může docházet ke vzniku mikroskopických prasklin — rozvíjejí se nepatrné trhliny.
- Působením teplotního gradientu napříč svarem se zpracovávaná součást může pokřivit nebo pokroutit a během ochlazení mohou ve svarovém kovu a v tepelně ovlivněné zóně svaru vznikat silná pnutí.

Martenzitické korozivzdorné oceli je možno svařovat, ale podél svarového švu se v nich vytvářejí vytvrzené zóny, jejichž tvrdost je závislá na obsahu uhlíku v oceli. Tento problém je však zvládnutelný použitím vhodných svářecích postupů. Tyto kalitelné oceli (s martenzitickou strukturou) mají poměrně nízké hodnoty tepelné vodivosti, takže se v nich mohou vytvářet velmi strmé teplotní gradienty a vysoká pnutí působící praskání. Aby nedošlo k popraskání, bývá někdy nutno oblast svaru předehřát a po svaření tepelně zpracovat.

Feritické korozivzdorné oceli jsou náchylné ke zcitlivění. Avšak ty značky feritických ocelí, které jsou “stabilizovány” přísadou titanu a/nebo niobu, trpí zcitlivěním méně, jelikož oba tyto prvky se slučují s uhlíkem snadněji než chrom, takže se tvoří karbidy titanu nebo niobu a chrom zůstává k dispozici pro tvorbu pasivní vrstvy. Po svařování bývá někdy nutno feritickou ocel tepelně zpracovat, aby pak nepodléhala křehnutí při normální teplotě.

Austenitické korozivzdorné oceli jsou velmi dobře svařitelné všemi tavnými i odporovými postupy. Mají nižší koeficient tepelné vodivosti než uhlíkové oceli, takže při svařování se u nich teplo soustředí v úzké tepelně ovlivněné zóně podél svarového spoje. Též mají koeficienty tepelné roztažnosti asi o 50% vyšší než uhlíkové oceli a proto je při svařování třeba učinit opatření, aby se u svarů nebortily a nekřivily. U ocelí s vysokými obsahy uhlíku může docházet ke zcitlivění, i když tomu se dá zabránit stabilizační přísadou titanu, jako např. u značky 1.4541 (AISI 321). Pokud se ocel značky 1.4301 (AISI 304), která obsahuje až 0,07% uhlíku, po svařování zahřeje na teploty 980°C až 1180°C a poté rychle ochladí, dojde k opětovnému rozpuštění předtím vzniklých karbidických částic a též k uvolnění pnutí vyvolaných svařováním, což omezí náchylnost této oceli k mezikrystalové korozi. Též dojde k uvolnění pnutí vyvolaných svařováním, která by jinak mohla vyvolat korozní praskání pod napětím. Dnes však již jsou k dispozici moderní ocelářské postupy, jimiž lze bez problémů vyrábět austenitické korozivzdorné oceli s nízkými obsahy uhlíku jako 1.4307 (AISI 304L) nebo 1.4404 (AISI 316L), a svary těchto ocelí vykazují mnohem vyšší korozní odolnost ve vysoce agresivních prostředích. Praskavosti svarového kovu i základního kovu v blízkosti svarového spoje, ke které austenitické korozivzdorné oceli mohou být náchylné, se zabrání použitím správného typu svářecího drátu.

Precipitačně vytvrzující korozivzdorné oceli mají velmi dobrou svařitelnost, ale protože pro ně existuje velká řada různých kombinací svářecích metod a metod tepelného zpracování, doporučuje se řídit se při jejich svařování radou odborníka.

Svařitelnost **duplexních** korozivzdorných ocelí se zlepšila zavedením záměrných přísad dusíku a nově vyvinutých přídavných kovů se zvýšenou přísadou niklu, čímž došlo ke zvýšení tažnosti a houževnatosti svarů.

Po jakémkoliv svařování všech těchto značek oceli musí následovat aplikace účinného postupu závěrečného ošetření svarů. Působením tepla přiváděného do kovu svařováním zůstávají po svaření v blízkosti svarů zoxidovaná místa (s barevným náběhem), kde je korozní odolnost výrazně snížena, a tato místa je třeba uvést do původní podoby pokud možno úplným odstraněním těchto tepelně zbarvených vrstev. Tato nežádoucí zoxidovaná místa je možno odstranit “mořením”, což je řízená koroze povrchu.

K tomu se obvykle používá směsi 10% kyseliny dusičné a 3% kyseliny fluorovodíkové v lázni teploty cca 50°C. Jinou alternativou, vhodnou pro součásti velkých rozměrů nebo u svarů prováděných při opravách stávajících zařízení, je např. nanesení pasty těchto kyselin na svarový spoj. Mořením dojde k odstranění všech částic železa a dalších kovových nečistot zachycených v povrchu, který je potom lesklý a čistý a umožňuje za přítomnosti kyslíku přirozenou tvorbu pasivní vrstvy oxidů chromu. Je ovšem třeba dodržet vhodnou dobu moření, aby došlo právě jen k odstranění teplem barevně naběhlých povrchových vrstev – při přemoření by u nestabilizovaných značek korozivzdorných ocelí mohlo v tepelně ovlivněné zóně dojít k napadení mezikrystalovou korozi.

S ohledem na nesnadnou přístupnost vnitřků trubek je však podle AWS⁵ D18.1:1999 [9] u trubek určených pro styk s potravinami určitá úroveň tepelného zbarvení přípustná. Uvedený předpis však stanoví, že povrch svaru nesmí být nadměrně zoxidován a že stupeň oxidace vyznačující se zbarvením, které je intenzivnější než



Barevné náběhy vzniklé na svarech korozivzdorných ocelí je třeba odstranit mořením a tím obnovit vynikající korozní odolnost těchto materiálů.

Fotografie: Nickel Institute

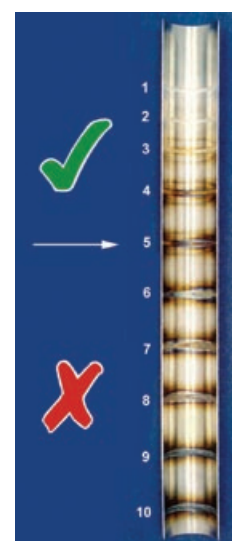
barva slámová nebo světle modrá, jak ukazuje příklad č. 5 na fotografii, je ve stavu po svařování nepřijatelný.

I když to po moření není zcela nezbytné, je možno dohotovenou součást “pasivovat”. Provádí se to ponořením malých součástí do kyseliny dusičné nebo prolitím této kyseliny potrubím. Přitom nedojde ani ke korozi takto ošetřované korozivzdorné oceli, ani k odstranění povrchových vrstev, ale zvýší se tím tloušťka pasivní vrstvy a tato vrstva se zpevní.

O metodách vhodných pro závěrečné očištění součástí z korozivzdorných ocelí po dokončení výrobních a zpracovatelských operací a zejména o přípravě jejich povrchu na první styk s potravinami je k dispozici bohatá literatura [10, 11].

Mezní tepelné zbarvení podle doporučení AWS.

Fotografie: Nickel Institute



⁵ AWS: American Welding Society (Americká svářečská společnost)

6 Povrchové úpravy

Použití mechanické brusky pro vybroušení svaru



Čím drsnější je povrch, tím snadněji se na něm usazují např. částičky potravin. V těchto potravinách se skrývají mikroorganismy, které nejsou-li odstraněny, se mohou rozmnožovat a přenášet nákazu na další dávky potravin. A čím drsnější je povrch, tím nesnadněji se také čistí. Hladký povrch, který je dostatečně trvanlivý a odolný proti praskání, odlupování, odprýskávání a oděru, nejen dobře odolává vytváření technologických úsad, ale též se snadno čistí a desinfikuje.

Drsnost povrchu není vždy snadné vyjádřit kvantitativně. Obvykle se postupuje tak, že po povrchu materiálu se táhne snímací hrot a zaznamenává se, jak hrot sleduje nepravidelnosti povrchu. “Drsnost” se pak vypočte z výchylek snímacího hrotu od osy těmito výchytkami vhodně proložené; vyjadřuje se tzv. hodnotou R_a [12]. Bohužel



je citlivost těchto měření dána velikostí použitého diamantového hrotu, která mnohonásobně převyšuje rozměry mikroorganismů, takže není možno takto zjistit jemné zdrsňení, jehož prohlubně jsou stále ještě dost hluboké na to, aby mohly skrývat mikroorganismy. Pokud se navíc na měřeném úseku povrchu vyskytují velmi se lišící úrovně zdrsňení, dojde výpočtem drsnosti prostě k jejich zprůměrování a přítomnost některé malé, avšak obzvláště drsné plošky se možná neodhalí.

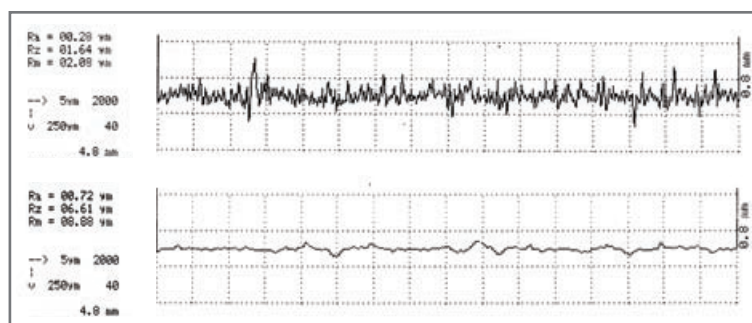
Nicméně jako vodítko, jak rozlišit, zda určitý povrch je nebo není dostatečně hladký, aby se na něm netvořily úsady a aby ho bylo možno snadno čistit, poslouží doporučení Dokumentu EHEDG⁶ č. 8 [13], podle kterého by “velké plochy povrchu výrobků určených pro styk s potravinami měly mít drsnost odpovídající nejméně hodnotě R_a 0,8 μm ”. Korozivzdorná oceli po válcování za studena na tloušťky do 4 mm má drsnost R_a řádově 0,2 μm až 0,5 μm , takže zpravidla nevyžaduje leštění, pokud na ní při následných výrobních operacích nevzniknou oblasti s drsností vyšší než R_a 0,8 μm . Drsnost plechů tloušťek nad 4 mm závisí jak na této konečné tloušťce, tak i na stupni protváření za studena, takže nemusí požadavek R_a 0,8 μm splňovat. V takovém případě je třeba povrchy přes uvedením zařízení do provozu vyleštit. Také svary je někdy třeba vybrousit do hladka, aby jejich povrch co možná odpovídal povrchu základního kovu.

Ruční dokončení povrchu svařované komponenty, aby její povrch co možná odpovídal povrchu základního kovu.

Avšak samotné hodnoty R_a nemusí spolehlivě ukázat, zda se na určitém povrchu budou snadno tvořit úsady. Často je rychlost vytváření úsad nečistot na určitém povrchu spíše než jeho finální hodnotou R_a ovlivněna tím, jakého závěrečného postupu povrchové úpravy bylo použito (odlévání, soustružení, frézování, mechanické leštění, otryskávání aj.). Jak ukazuje mikrofotografie, dosahuje se některými metodami leštění velmi hladkého povrchu. Elektrolytické leštění v typických případech sníží hodnotu R_a na polovinu odstraněním vrcholů vyvýšenin vytvářejících drsnost (zvláště drobných a zašpičatělých) a jejich zakulacením. Jiné metody však mohou povrch poškodit. Například brusný pás běžící nesprávnou rychlostí nebo s příliš velkým přitlakem na obrobek může na povrchu materiálu vytvářet drobné důlky nebo může povrch potřhat nebo z něho vydírat nepatrné částičky a ty pak přehýbat; taková úprava působě zanechává skryté "jeskyňky", kde se mohou hromadit nečistoty, které čistící proces nedokáže odstranit.



Na použitém způsobu povrchové úpravy do značné míry závisí, jak hladký bude výsledný povrch a jak bude splňovat hygienické nároky.
Pramen: Outokumpu



Výsledky povrchové úpravy jsou pochopitelně snadno měřitelné tam, kde je povrch přístupný, ale například uvnitř delšího potrubí to snadné není.

Záznam hodnot R_a pro povrch kvality 2B (nahore) a pro elektrolyticky leštěný povrch (dole).
Pramen: Poligrat

*Povrchová úprava špatně přístupných ploch někdy vyžaduje použití speciálních nástrojů, aby se zajistilo, že čištění těchto ploch bude účinné. Pokud se nepodaří je dostatečně vyhladit, je pak třeba na ně používat intenzivnější čisticí postupy.
Fotografie: CIBO*



Na účinnost odstraňování nahromaděných nečistot jakýmkoliv čištěním má též velký vliv způsob, jakým se čištění provádí. Čištění je závislé na spojených účincích chemického a mechanického působení, teploty a doby čištění, takže třeba zvýšením rychlosti plavení čisticího roztoku po čištěném povrchu se může snížit jeho koncentrace nebo teplota a zkrátí se doba jeho působení. Na druhé straně však též platí, že pokud není možno drsný povrch lépe vyhladit, třeba pro jeho špatnou přístupnost, je možno takový povrch zvýšením rychlosti plavení saponátu pořád ještě při použití značkových čisticích

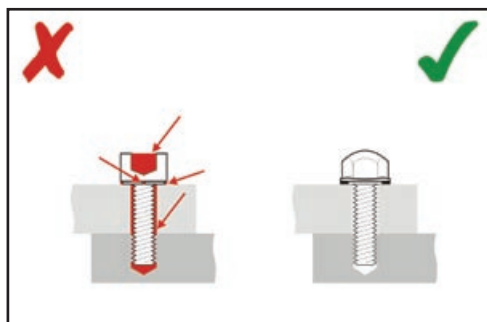
prostředků ve správné koncentraci a při správné teplotě za obvyklou dobu účinně vyčistit. Například Dokument EHEDG č. 17 [14] uvádí, že “při vyšších rychlostech protékání čisticích roztoků je možno povrchy s drsností vyšší než $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ přijatelně vyčistit až do hodnoty $R_a = 3,2 \mu\text{m}$ ”. Ať už se pro dokončovací povrchovou úpravu nebo pro čištění povrchu po jeho použití nasadí jakákoliv metoda, vždy je důležité si potvrdit, zda se daný povrch za provozních podmínek dá dobře vyčistit.

7 Konstrukční zásady

Na konstrukci zařízení určených pro zpracování nebo skladování potravin a nápojů jsou kladeny přísné požadavky. Směrnice Evropských společenství 98/37/ES (1998) o strojním zařízení [15] uvádí, že tato zařízení “musí být navržena a vyrobena tak, aby se zamezilo riziku infekce, onemocnění nebo nákazy”. Podle EN 1672-2: 2005 [16] se požaduje, aby byla “uzpůsobena pro řádný provoz, čištění a údržbu”. Obsáhlé poradenství o způsobech, jak plnit tyto požadavky, je konstruktérům i tvůrcům specifikací k dispozici od Evropské skupiny pro hygienicky nezávadná inženýrská a projektová řešení (EHEDG), což je konsorcium výrobců zařízení, potravinářských podniků, výzkumných ústavů a orgánů veřejného zdravotnictví založené v roce 1989 na podporu hygienické nezávadnosti zpracování potravinářských produktů a manipulace s nimi.

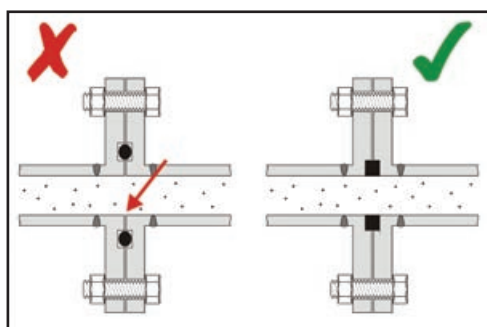
Mnohé z vlastností zajišťujících hygienickou nezávadnost konstrukčního řešení jsou tytéž vlastnosti, které také pomáhají zajišťovat zvýšenou odolnost takového řešení vůči korozi; proto je přirozená korozní odolnost daného materiálu, jako např. korozivzdorné oceli, posilována uplatněním hygienicky nezávadného konstrukčního řešení. Je však třeba připomenout, že “hygienicky nezávadné” nemusí nutně znamenat “chráněné proti bakteriím”; je-li projekt i jeho provedení v souladu se zásadami hygieny, nebude zařízení náchylné ke znečišťování a bude se dobře čistit, ale nemůže to zaručovat sterilitu.

Pokud konstrukce určitého zařízení ponechá mezi jeho součástmi štěrbinu, např. pod hlavami šroubů nebo v přírubových



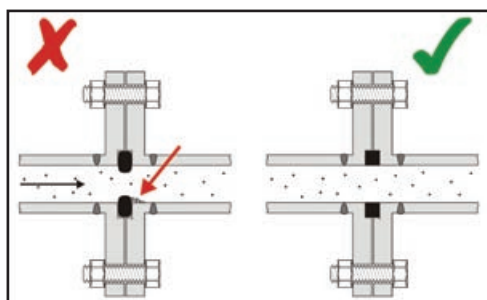
Červené šipky ukazují místa, kde může docházet k zachycování technologických nečistot a čisticích prostředků. Vznik štěrbin je vyloučen, použije-li se šroubů s polokulovou hlavou a pod nimi těsnění z elastomeru s kovovou vložkou.

spojích, tak se v nich nejen zachycují látky, se kterými je zařízení za provozu ve styku, ale také se velice špatně čistí. Ve štěrbinách se těž mohou zadržovat čisticí prostředky, které pak zůstávají ve styku s materiálem zařízení po delší dobu než měly a mohou



Červené šipky ukazují, kde na styku dvou přírub vzniká štěrbinu. Zabrání se tomu správnou konstrukcí těsnění.

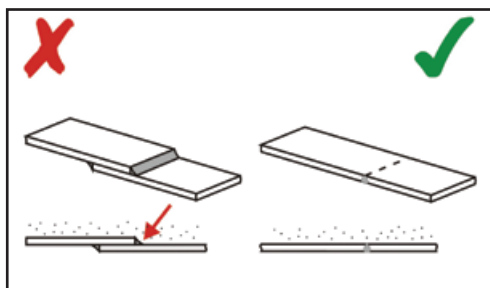
uvnitř takových štěrbin vyvolávat korozi. Jelikož se kromě toho podmínky uvnitř štěrbin podstatně liší od podmínek panujících na otevřeném povrchu, dochází k urychlování korozního poškození působením tzv. štěrbinové koroze. Na otevřeném povrchu



Červené šipky ukazují, jak přesahující těsnění může působit jako překážka průtoku produktu a vytvářet “mrtvou zónu”, ve které se potraviny mohou zachycovat. Zabrání se tomu správnou konstrukcí těsnění.

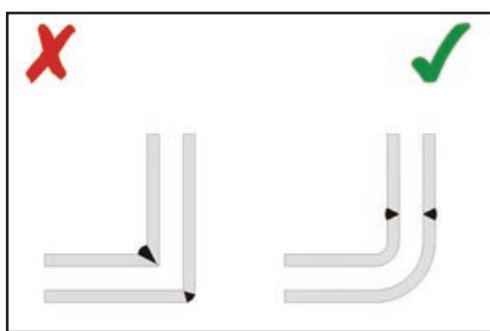
Všechny nákresy: Nickel Institute

Stupňovité řešení může potraviny zachycovat, zejména pokud zařízením procházejí ve směru od níže položené desky k té výše položené (tedy zprava doleva). Tupý spoj je hygieničtější.



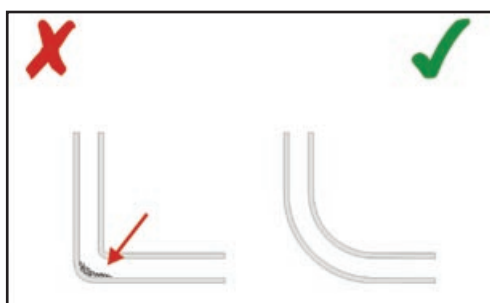
korozivzdorné oceli, kam má přístup kyslík, se obecně poškození povrchu působené např. chloridy rychle zase napraví, ale uvnitř štěrbin, kam se po spotřebování kyslíku na ozdravný proces další kyslík zvenčí dostává jen nesnadno, chloridy vyvolávají rychlé napadení materiálu.

Umístění svarů má pro hygienu mimořádný význam.



Čím nerušenější je průchod potravinářského produktu zařízením, tím menší je nebezpečí, že se takový produkt zachytí v “mrtvé zóně”, odkud se při čištění nesnadno odstraňuje. Mrtvá zóna může vzniknout též tam, kde těsnění ze syntetického materiálu přesahuje do oblasti, kudy prochází produkt. K tomu může dojít, když se dvě čela

Ostré ohyby mohou zachycovat zbytky potravin a nesnadno se čistí.



spoje stáhnou svorkou, která těsnění stlačí, nebo když se těsnění roztáhne zahřátím. V obou těchto případech se na odtokové straně takové překážky může malý objem potravinářského produktu zachycovat, místo aby veškerý produkt nerušeně procházel potrubím dál. Řešením podle projektu splňujícího požadavky na hygienu se zajistí, aby při správném sevření spoje na zařízení provozovaném při normální teplotě takové těsnění bylo přesně ve stejné rovině jako vnitřní povrchy obou sekcí potrubí.

Na přelátovaném svarovém spoji vznikne mezi povrchy dvou spojovaných součástí schod. Na něm se může potravinářský produkt zachycovat, zůstat tam a kazit se, dokud není odstraněn při čištění. Mnohem lepší je tupý spoj bez převýšení, po svařování vybroušený do hladka, protože nedovoluje hromadění technologických nečistot a také protože se díky své hladkosti snadněji čistí. Musí však samozřejmě probíhat bez přerušení podél celé délky spojení. Nekovové výplně nepředstavují vůči kontinuálním svarovým spojům uspokojivou alternativu, protože postupem doby se v nich mohou vytvářet praskliny nebo se mohou od kovu odloučit a tím otevřít úzkou štěrbinu, která se bude velmi těžko udržovat v čistotě.

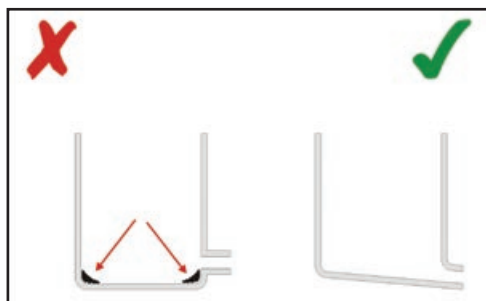
Na místech, kde se stýkají dvě trubky, je lépe použít koleno a svarový spoj provést na přímé části trubky nad kolenem než použít spojení natupo. Takovýmto konstrukčním řešením se lépe zajistí odtékání tekutých potravin od svaru, aby se nezachycovaly na případných nepravidlostech jeho povrchu. Pro spojování potrubí se dává přednost automatickému orbitálnímu svařování, které konzistentně produkuje velmi kvalitní spoje.

Samotné potrubí by mělo co nejméně překážet hladkému průchodu produktu. V ostrých ohybech se potraviny mohou zachycovat. Čím větší je poloměr zakřivení, tím nerušeněji produkt protéká a tím menší je riziko narušení hygieny. Totéž platí pro rohy a kouty nádob na skladování produktu – čistí se tím snadněji, čím větší jsou zde poloměry zaoblení. Podle doporučení Dokumentu EHEDG č. 10 [17] mají být všechny kouty uzavřených zařízení (špatně přístupných pro čištění) zaobleny, s poloměrem zaoblení nejméně 3 mm.

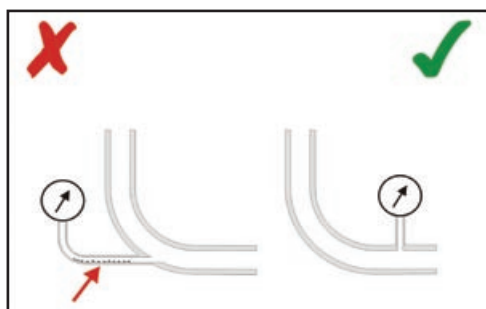
Nádrže a nádoby pro uchovávání potravin by se měly vyprazdňovat přirozeným odtokem samospádem – neměly by mít žádné kouty, kde by se produkt mohl hromadit. Podle doporučení Dokumentu EHEDG č. 13 [18] mají mít dna nádrží sklon nejméně 3° od horizontály. Předpokladem zde ovšem je, aby se jednalo o produkt dostatečně tekutý, který po ploše se sklonem 3° sám vyteče – jedná-li se o hustou omáčku nebo pastu, musí být sklon případně vyšší, aby bylo zajištěno, že nedojde ke hromadění produktu na vnitřním povrchu nádoby.

Je-li součástí zařízení též přístrojová technika, vytvářejí zabudované přístroje neodvratně zóny, ve kterých se potraviny mohou zachycovat, ale vhodným konstrukčním řešením je možno toto riziko výrazně snížit. Ideální je, pokud rameno nesoucí přístroj či měřidlo je umístěno nad proudem potravinářského produktu, který pak má jen malou možnost k němu proniknout.

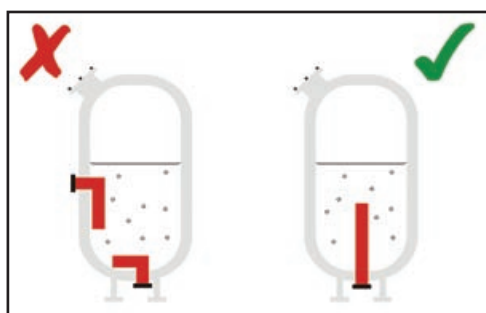
I když systém může být zkonstruován pro práci při teplotě, při které ke korozi normálně nedochází, mohou být místní podmínky v některých místech zařízení zcela odlišné od nominální "průměrné" teploty.



Například u nádoby namáhané vnitřním přetlakem, užívané k ohřevu tekutiny obsahující chloridy, by nemělo dojít k napadení



korozním praskáním pod napětím, pokud teplota zůstane nízká, tak jak bylo zamýšleno (o dost nižší než cca 55°C). Avšak v okolí topných článků může teplota tuto hodnotu



snadno překračovat a nachází-li se topný článek poblíže stěny nádoby, může být korozivzdorná ocel v takovém místě touto formou koroze napadena.

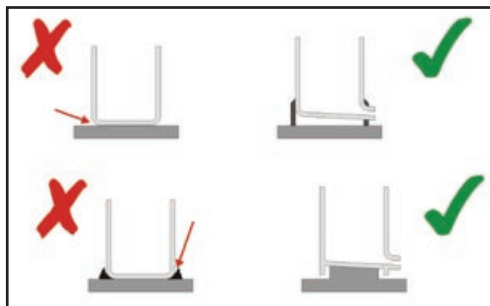
Též je důležité zařízení projektovat tak, aby nedocházelo ke korozi nádob a nádrží zvenčí. Mohou-li se chemické látky

Nádrže a jiné nádoby musí být řešeny tak, aby se mohly vyprazdňovat samospádem.

Slepá ramena mohou podobně jako příliš ostrá zakřivení zadržovat zbytek potravin.

Topidla umístěná příliš blízko stěn nádrže mohou působit místní přehřívání a to může vést ke vzniku bodové koroze nebo korozního praskání pod napětím.

Korozi vnějšího povrchu nádrží a jiných nádob je možno zamezit správným konstrukčním řešením.



používané k zevnímu čištění pevně umístěných nádrží zachycovat ve štěrbinách mezi vnějším povrchem nádrže a plochou, ke které je připevněna, může docházet ke korozi stejným mechanismem, jaký byl popsán výše u šroubů a přírub. Podobnou

štěrbinu vytvoří nádrž stojící na betonovém podkladu. Zalití této štěrby cementovou maltou ji zpočátku utěsní, ale výplň se může smrštit a postupem doby popraskat, čímž se štěrbina obnoví a může docházet ke korozi.

Přidáním nohou se nádrž nadzdvihne do zvýšené polohy a štěrbina se odstraní. Též je možno nádrž postavit na plochý podstavec, který nepřesahuje rozměry jejího dna, a vybavit ji po celém obvodu odkapávací obrubou na ochranu proti průniku čisticích roztoků do štěrby mezi nádrží a podstavcem.

8 Závěr

Vedle příjemného vzhledu mají korozivzdorné oceli mnoho dalších vlastností podstatných pro hygienicky nezávadnou přípravu jídel a nápojů. Vůči většině potravin se chovají netečně, ve výrobě se s nimi snadno pracuje, jsou trvanlivé a po zastarání výrobků je jejich materiál recyklovatelný. Ocel

značky správně zvolené pro danou aplikaci, přetvořená na zařízení konstruované s patřičnými ohledy na hygienickou nezávadnost a vyrobené s patřičnou péčí, odvede dlouholeté spolehlivé služby a proto představuje vynikající investici.

9 Evropské normy

Strojní zařízení potravinářského průmyslu:

- (512000) ČSN EN 1672-2: Potravinářské stroje – Základní pojmy - Část 2: Hygienické požadavky.
- (515510) ČSN EN 13732: Potravinářské stroje - Chladicí tanky na mléko na farmách - Požadavky na konstrukci, provedení, vhodnost používání, bezpečnost a hygienu.

Trubky a potrubí:

- (038270) ČSN EN 12502-4: Ochrana kovových materiálů proti korozi – Návod na stanovení pravděpodobnosti koroze v soustavách pro distribuci a skladování vody - Část 4: Faktory ovlivňující korozi-vzdorné oceli.

Rozvody pitné vody:

- 420254) ČSN EN 10312: Svařované trubky z korozivzdorných ocelí pro dopravu vody a jiných kapalin na bázi vody – Technické dodací podmínky.

Příbory a stolní nádobí:

- ČSN EN ISO 8442-1; Materiály a předměty určené pro styk s potravinami – Nožičské výrobky a stolní náčiní – Část 1: Požadavky na nožičské výrobky pro přípravu pokrmů; nahrazena normou (944805) ČSN EN ISO 8442-1; Materiály a předměty určené pro styk s potravinami - Příbory a stolní nádobí - Část 1: Požadavky na příbory pro přípravu pokrmů. Normy jsou v češtině.
- EN 8442-2: Materials and articles in contact with foodstuffs – Cutlery and table holloware – Part 2: Requirements for gold-plated cutlery (norma je v angličtině); odpovídající česká norma je ČSN EN ISO 8442-2: Materiály a předměty určené pro styk s potravinami - Nožičské výrobky a stolní náčiní - Část 2: Požadavky na postříbřené a korozivzdorné příbory; nahrazena normou (944805) ČSN EN ISO 8442-2: Materiály a předměty určené pro styk s potravinami - Příbory a stolní nádobí - Část 2: Požadavky na příbory z korozivzdorné oceli a postříbřené příbory (tyto normy jsou v češtině).

10 Literatura

- [1] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS. Úřední věstník Evropských společenství L 338, 13/11/2004, 4-14 2004.
- [2] Decreto ministeriale 21 marzo 1973: Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili, destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o con sostanze d'uso personale. Supplemento ordinario alla "Gazzetta ufficiale" della Repubblica Italiana n. 104 del 20 aprile 1973 [Předpisy pro hygienu obalů, nádob, nádržek, schránek a nástrojů určených pro styk s látkami užívanými jako přísady do potravin nebo pro osobní použití. Ministerský výnos z 21. března 1973. Úřední věstník Italské republiky č. 104 z 20. dubna 1973]; pouze v italštině. [Odkaz na další literaturu v češtině je uveden níže.]
- [3] FAILLE, C., MEMBRE, J. M., TISSIER, J. P., BELLON-FONTAINE, M. N., CARPENTIER, B., LAROCHE, M. A. a BENEZECH, T., "Influence of physiochemical properties on the hygienic status of stainless steel with various finishes", *Biofouling* 15, 261-274, 2000.
- [4] TUTHILL, A. H. and COVERT, R. A., *Stainless steels: an introduction to their metallurgy and corrosion resistance* (Nickel Institute publication 14 056), Toronto 2000[†].
- [5] *Stainless Steel: Tables of Technical Properties* (publikační řada Materiály a jejich použití, sv. 5), Lucemburk, Euro Inox 2005^{*}.
- [6] *Welding of stainless steels and other joining methods* (A Designer's Handbook Series No. 9 002), AISI, Washington, D.C. 1979[†].
- [7] *Guidelines for the welded fabrication of nickel-containing stainless steels for corrosion resistant services* (NiDI Reference Book Series No. 11 007), Toronto, Nickel Institute 1992[†].
- [8] *Welding stainless steel to meet hygienic requirements* (Guideline Document 9), Brusel, EHEDG 1993[†]. [Odkaz na další literaturu v češtině je uveden níže.]
- [9] *Specification for welding of austenitic stainless steel tube and pipe systems in sanitary (hygienic) applications* (AWS D18.1), Miami, American Welding Society 1999.
- [10] TUTHILL, A. H., *Fabrication and post-fabrication cleanup of stainless steels* (NiDI Technical Series No. 10 004), Toronto 1986[†].
- [11] TUTHILL, A. H., AVERY, R. E., a COVERT, R. A., *Cleaning stainless steel surfaces prior to sanitary service* (NiDI Technical Series No. 10 080), Toronto 1997[†].
- [12] *Geometrical product specifications – surface texture: profile method – terms, definitions and surface texture parameters* (ISO 4287), 1997.
- [13] *Hygienic equipment design criteria* (Guideline Document No. 8), Brusel, EHEDG 2004[†].
- [14] *Hygienic design of pumps, homogenisers and dampening devices* (Guideline Document No. 17), Brusel, EHEDG 1998[†].
- [15] *Směrnice o strojním zařízení: Směrnice Evropských společenství 98/37/ES (1998) o strojním zařízení* (Úřední věstník Evropských společenství L 207, 1–46) 1998.
- [16] EN 1672-2: 2005 *Potravinářské stroje. Základní pojmy. Část 2: Hygienické požadavky* 2005.
- [17] *Hygienic design of closed equipment for the processing of liquid food* (Guideline Document No. 10), Brusel, EHEDG 2004[†].
- [18] *Hygienic design of equipment for open processing* (Guideline Document No. 13), Brusel, EHEDG 2004[†].

* rovněž dostupné v režimu online na internetové adrese www.euro-inox.org

† rovněž dostupné v režimu online na internetové adrese www.ehedg.org

† rovněž dostupné v režimu online na internetové adrese www.nickelinstitute.org

Další literatura v češtině související s uvedenými odkazy

- [2] Vyhláška MZ ČR č. 38/2001 Sb. ze dne 19. ledna 2001 a Vyhláška MZ ČR č. 186/2003 Sb. ze dne 9. června 2003, kterou se mění vyhláška č. 38/2001 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrm; pouze v češtině.
- [4] ČÍHAL, V., Korozivzdorné oceli a slitiny, Academia, Praha, 1991.
- [8] ČÍHAL, V., Mezikrytalová koroze ocelí a slitin, SNTL/Elsevier, Praha/Amsterdam, 1991 (v češtině a v angličtině).

11 Kam se obrátit o pomoc

EHEDG

www.ehedg.org

Euro Inox

www.euro-inox.org

Nickel Institute

www.nickelinstitute.org; www.hygienicstainless.org

12 Příloha

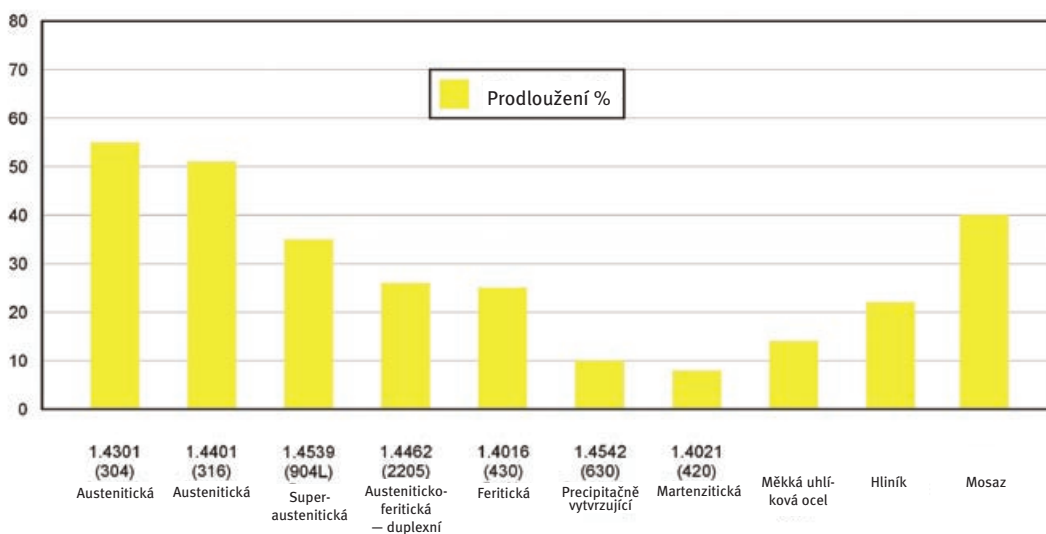
Tabulka 1. Označování korozivzdorných ocelí uváděných v této brožuře.

Třída ocelí	EN	AISI
Martenzitické	1.4021	420
	1.4116	
	1.4125	440C
Feritické	1.4016	430
	1.4509	441
	1.4510	439
	1.4521	444
Austenitické	1.4301	304
	1.4307	304L
	1.4401	316
	1.4404	316L
	1.4541	321
Superaustenitické	1.4539	904L
	1.4547	
	1.4529	
Precipitačně vytvrzující	1.4542	630
Austeniticko-feritické - duplexní	1.4462	
	1.4362	

Tabulka 2. Typická složení korozivzdorných ocelí uváděných v této brožuře.

EN	AISI	C% min - max	Cr% min - max	Ni% min - max	Mo% min - max	N% min - max	Cu% min - max	Jiné
1.4021	420	0.16 - 0.25	12 - 14					
1.4116		0.45 - 0.55	14 - 15		0.5 - 0.8			V% = 0.10 až 0.20
1.4125	440C	0.95 - 1.20	16 - 18		0.4 - 0.8			
1.4016	430	0.08	16 - 18					
1.4509	441	0.030	17.5 - 18.5					Nb% = 3xC%+0.30 až 1.00 Ti% = 0.10 až 0.60
1.4510	439	0.05	16 - 18					Ti% = 4x(C%+N%) +0.15 až 0.80
1.4521	444	0.025	17 - 20		1.8 - 2.5	0.030		
1.4301	304	0.07	17 - 19.5	8 - 10.5		0.11		
1.4307	304L	0.030	17.5 - 19.5	8 - 10		0.11		
1.4401	316	0.07	16.5 - 18.5	10 - 13	2.0 - 2.5	0.11		
1.4404	316L	0.030	16.5 - 18.5	10 - 13	2.0 - 2.5	0.11		
1.4541	321	0.08	17 - 19	9 - 12				Ti% = 5xC% až 0.7
1.4539	904L	0.020	19 - 21	24 - 26	4.0 - 5.0	0.15	1.2 - 2.0	
1.4547		0.020	19.5 - 20.5	17.5 - 18.5	6.0 - 7.0	0.18 - 0.25	0.5 - 1.0	
1.4529		0.020	19 - 21	24 - 26	6.0 - 7.0	0.15 - 0.25	0.5 - 1.5	
1.4542	630	0.07	15 - 17	3 - 5	0.6	0.45	3 - 5	Nb% = 5xC% až 0.45
1.4462		0.030	21 - 23	4.5 - 6.5	2.5 - 3.5	0.10 - 0.22		
1.4362		0.030	22 - 24	3.5 - 5.5	0.1 - 0.6	0.05 - 0.20	0.1 - 0.6	

Obrázek 1. Sloupcový diagram typických hodnot prodloužení do přetržení pro korozivzdorné oceli uváděné v této brožuře a pro jiné kovové materiály.



ISBN 978-2-87997-191-9