



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

VÝROBA KUCHYŇSKÉHO NÁDOBÍ Z KOROZIVZDORNÉ OCELI

MANUFACTURE OF KITCHENWARE OF STAINLESS STEEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Motalík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda



Zadaní bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie

Student: **Vojtěch Motalík**

Studijní program: Strojírenství

Studijní obor: Základy strojírenského
inženýrství

Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**

Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

VÝROBA KUCHYŇSKÉHO NÁDOBÍ Z KOROZIVZDORNÉ OCELI

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Korozivzdorná ocel se s výhodou využívá i ve spotřebním průmyslu. Toto téma se zaměřuje na kuchyňské náčiní jak z pohledu výroby, tak z pohledu uživatelů v domácnostech.

Cíle bakalářské práce:

- Charakteristika korozivzdorné oceli
- Možnosti využití v průmyslu a v domácnostech
- Návrh výrobních procesů
- Zahnutí specifických požadavků
- Zhodnocení včetně pohledu uživatelů

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 807361-033-7.

MÁDL, Jan et al. Jakost obráběných povrchů. 1. vyd. Ústí nad Labem: UJEP, 2003. 180 s. ISBN 807044-639-4.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-72-4283-1.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu II. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-72-4283-1.

SAMEK, Radko, Zdeněk LIDMILA a Eva Šmehlíková. Speciální technologie tváření, 2. část. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2011. 163 s. ISBN 987-80-214-4406-5.

SHAW, Milton Clayton. Metal Cutting Principles. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. P. 651. ISBN 0-19-514206-3.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na využití korozivzdorné oceli v odvětvích průmyslu a v domácnostech. Je v ní také podrobně popsán výrobní proces a zajímavé povrchové úpravy typické pro povrch korozivzdorné oceli. Na konci je zhodnocení nádobí z nerezů vůči některým jiným materiálům.

Klíčová slova

korozivzdorná ocel, kuchyňské nádobí, výrobní proces, povrchové úpravy

ABSTRACT

This thesis is focused on applications of stainless steel in industry as well as in household. There is detailed description of manufacturing process and interesting finish typical for stainless steel surface. At the end of the thesis is evaluation of stainless steel kitchenware against other materials.

Key words

stainless steel, kitchenware, manufacturing process, finish

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MOTALÍK, Vojtěch. *Výroba kuchyňského nádobí z korozivzdorné oceli* [online]. Brno, 2021 [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129604>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Výroba kuchyňského nádobí z korozi vzdorné oceli** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

11.9.2020

Datum

Vojtěch Motalík

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	8
PODĚKOVÁNÍ	9
OBSAH.....	10
ÚVOD.....	11
1 Charakteristiky korozivzdorné oceli	12
1.1 Technologické vlastnosti.....	15
1.1.1 Svařitelnost	15
1.1.2 Tvářitelnost	16
1.1.3 Obrobitelnost	17
1.1.4 Provedení povrchu	17
2 Možnosti využití v průmyslu a v domácnostech	18
2.1 Využití v průmyslu	18
2.1.1 Stavebnictví	18
2.1.2 Automobily a přeprava	20
2.1.3 Zdravotnictví.....	21
2.2 Využití v domácnostech.....	22
3 Návrh výrobních procesů.....	23
3.1 Výrobní proces příborů.....	23
3.2 Výrobní proces nádobí.....	26
4 Specifické požadavky	28
5 Závěr	31
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	32

ÚVOD

Kovy a její koroze je jev trápící lidstvo už tisícovky let. Nejdříve byly samostatné kovy, potom se jako snad každý vynález nějakým omylem dostal člověk až ke slitinám různých kovů. Největší rozvoj zpracování kovů, hlavně slitin a ocelí, začal s příchodem 20. století.

Koroze je jednoduše popsatelná jako chemické nebo elektrochemické rozrušení složek materiálu. Fyzikální pochopení koroze bylo podnětem pokusů o vývoj nového materiálu odolnému právě korozi. Od té doby probíhal vývoj korozivzdorných ocelí rychlým tempem až do současnosti. Dnes je druhů tohoto materiálu nepřehledné množství a jejich možnosti využití je ještě širší.

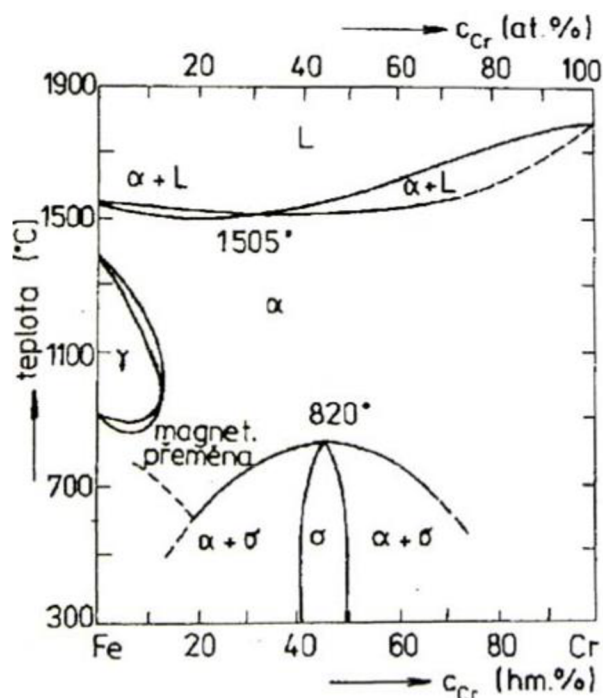
První část této práce bude věnována charakteristikám korozivzdorné oceli. V ní budou zmíněny vlastnosti jak chemické, z hlediska materiálového inženýrství, tak technologické. Na první část bude navazovat oddíl zaměřený na možnosti využití korozivzdorné oceli. Tato kapitola bude rozdělena na dvě hlavní části a to na využití v průmyslu a využití v domácnostech. Budou zde zmíněny některé aplikace a důvody pro využití korozivzdorné oceli právě v nich. Třetí oddíl se bude podrobněji věnovat výrobnímu procesu příboru a nádobí. Posledním dílem budou různé zajímavé povrchové úpravy možné aplikovat na korozivzdornou ocel.

1 CHARAKTERISTIKY KOROZIVZDORNÉ OCELI

Výroba korozivzdorné oceli obsahuje sérii procesů. Nejdříve se ocel roztaví v elektrické obloukové peci a přidají se legující prvky jako jsou například chrom, křemík a nikl. Tato směs je roztavena. Proces tavení obvykle trvá 8 až 12 hodin. Dalším krokem je tvarování roztaveného kovu ve formách mnoha tvarů. Tyto tvary mohou být tyče, desky, trubky a další. Ocel prochází tvářecími operacemi počínaje válcováním za tepla, při němž je zahřáta a podávána válci skrze válcovací stolic, kde je tvářena zejména. [1]

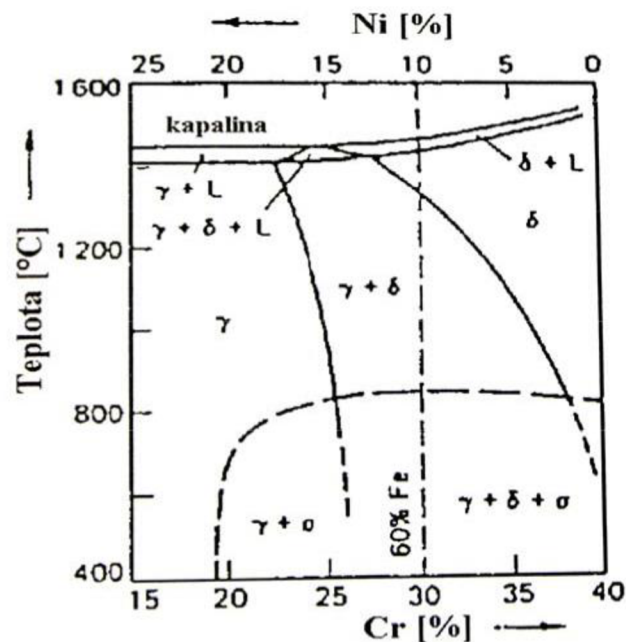
V metalurgii se jako korozivzdorná ocel označuje slitina železa a uhlíku s vysokou odolností vůči chemické a elektrochemické korozi v oxidačních prostředích. Důležitou vlastností, díky níž jsou tyto materiály korozivzdorné, je pasivace. Vlastnost pasivace je podmíněná v tuhém roztoku obsahem chromu alespoň 11,5%. Množství chromu tuhého roztoku, které ovlivňuje korozivzdornost, je závislé na množství uhlíku, který s chromem tvoří karbidy, ale také na množství samotného chromu. [2, 3]

Tři hlavní typy mikrostruktur existující v korozivzdorných ocelích jsou feritická, austenitická a martenzitická. Tyto mikrostruktury lze získat správným ovlivněním chemického složení oceli. Z těchto tří hlavních mikrostruktur se dále mohou korozivzdorné oceli řadit do několika skupin. Těmi jsou feritické korozivzdorné oceli, austenitické korozivzdorné oceli, martenzitické korozivzdorné oceli, duplexní korozivzdorné oceli, precipitačně tvrzené korozivzdorné oceli a Mn-N substituční austenitické korozivzdorné oceli. Různé skupiny korozivzdorných ocelí se vyznačují různými vlastnostmi. Například plně austenitické korozivzdorná ocel není magnetická, ale její feritické a martenzitické protějšky jsou feromagnetické. [2, 3, 4]



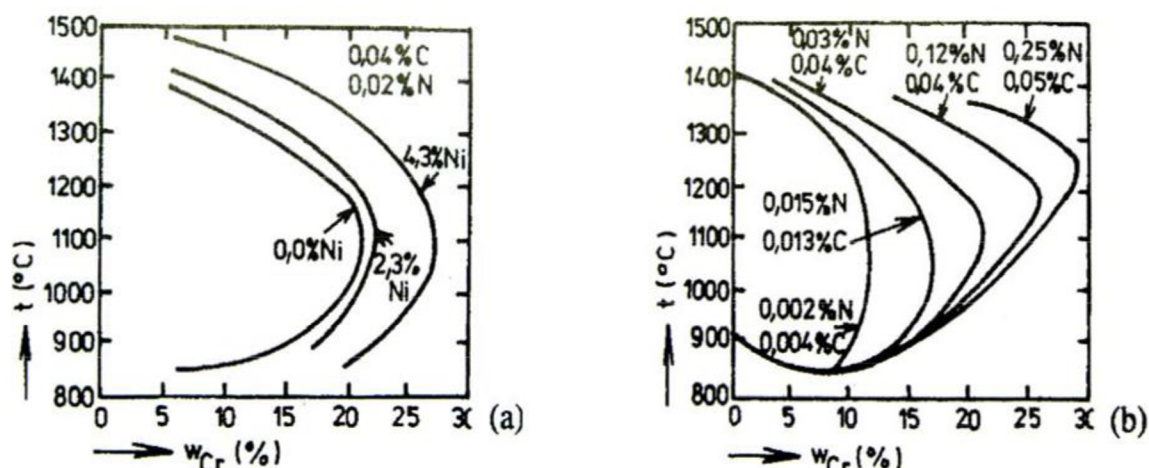
Obr. 1 Rovnovážný diagram suostavy Fe-Cr [3]

Korozivzdorné oceli se vyznačují nízkým obsahem uhlíku, nejčastěji pod 0,1%. S rostoucím obsahem uhlíku v tuhém roztoku se snižuje obsah chromu v tuhém roztoku kvůli vzniku karbidů. Rychlost difuze uhlíku je vyšší než rychlost difuze chromu, což způsobuje možnost vzniku heterogenity v tuhém roztoku. V místech vzniku karbidů se matrice, tedy původní materiál, ochuzuje o chrom, což zapříčiňuje nižší korozivzdornost než zbývající materiál. Karbidy chromu vylučované po hranicích zrn způsobují mezikrystalickou korozi. Nejčastěji se mezikrystalická koroze vyskytuje v tepelně ovlivněné oblasti po svařování. Mezikrystalická koroze lze zamezit snížením koncentrace uhlíku na hodnotu menší nebo rovnou rozpustnosti uhlíku v materiálu, při níž se mohou stále vylučovat karbidy. Další možností je například legování oceli chemickými prvky, které mají vyšší afinitu, poutavost, k uhlíku než samotný chrom. Nejčastěji jsou to prvky Nb, Ta a Ti přidávány v přibližné koncentraci rovné stechiometrickým karbidům NbC, TaC a TiC. [3, 4]

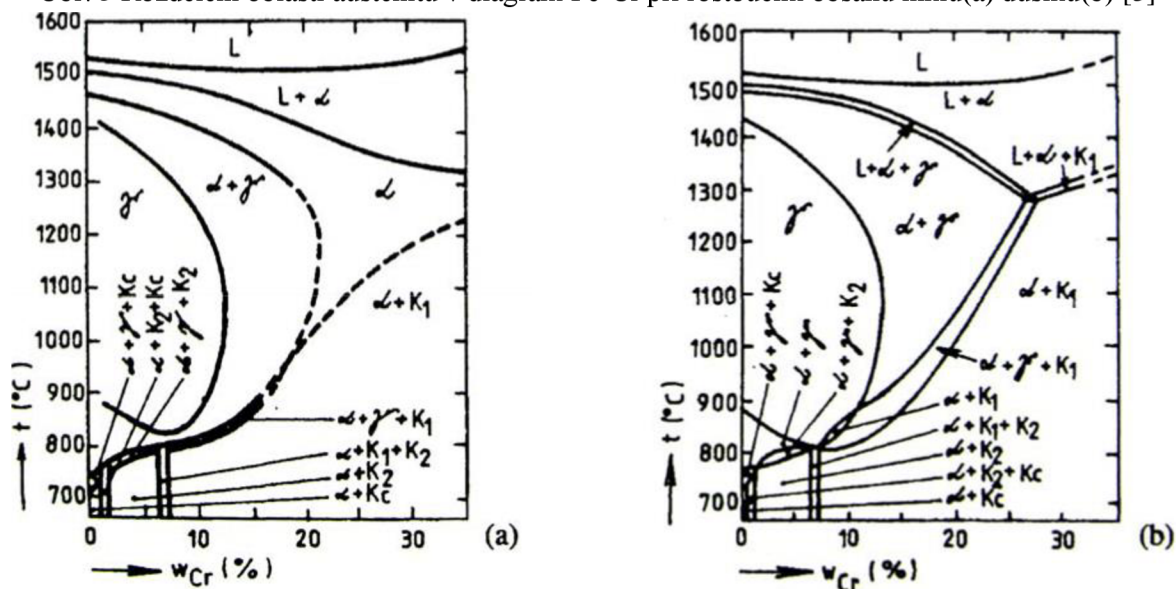


Obr. 2 Řez ternárním diagramem Fe-Cr-Ni [3]

Při obsahu chromu kolem 12% se uzavírá oblast vzniku austenitu. Díky této skutečnosti oceli s vyšší koncentrací chromu než je zmíněná hodnota při chladnutí nepřekrystalují. Jejich struktura se tedy sestává z feritu a vyloučených karbidů. Oceli, které mají nižší obsah chromu než 12% jsou samokalitelné. Samokalitelnost znamená, že se austenit za normálních výrobních podmínek přemění na martenzit. Prvky Ni, C, N, Mn jsou prvky tzv. austenitotvorné, prvky podporující tvorbu austenitu, rozšiřující oblast tvorby austenitu, zároveň také snižují teplotu změny na martenzit. [3, 4]

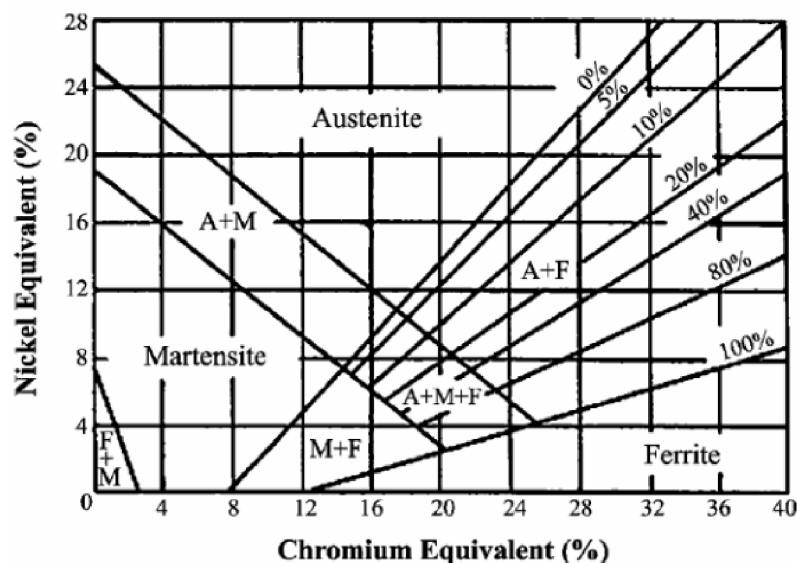


Obr. 3 Rozdělení oblasti austenitu v diagram Fe-Cr při rostoucím obsahu niklu(a) dusíku(b) [3]



Obr. 4 Kvizistacionární řezy rovnovážným diagramem Fe-Cr-C při konstantním obsahu uhlíku a) 0,05% C, b) 0,1% C, $K_C = M_3C$, $K_1 = M_{23}$, $K_2 = M_7C_{\#}$ [3]

Zavedení pojmů ekvivalent chromu Cr_{ek} a ekvivalent niklu Ni_{ek} umožňuje vyjádřit vliv na chemické složení a strukturu nerezavějících ocelí v Schaefflerově-Delongově diagramu na obr. 3. [3]



Obr. 5 Schaefflerův-Delongův diagram [3]

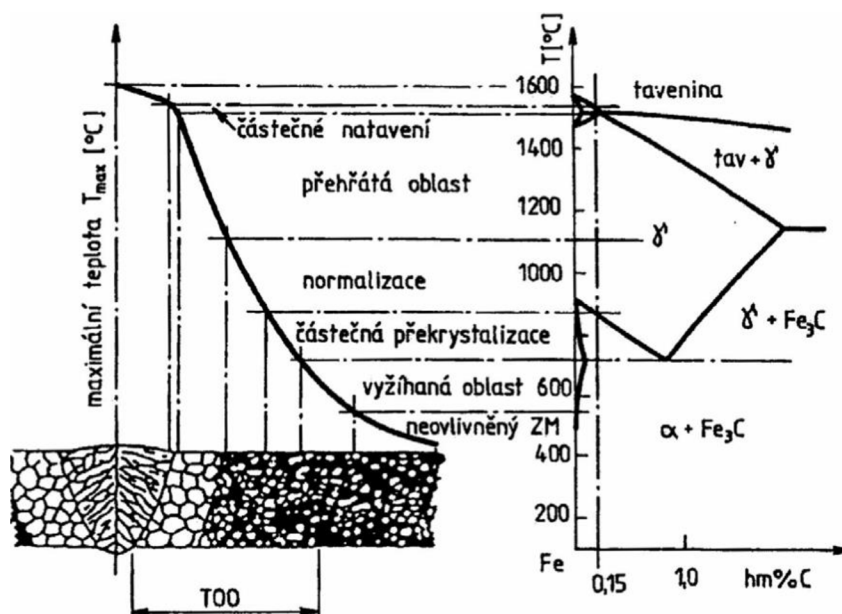
Korozivzdorné oceli jsou bez pochyby velmi důležitou třídou slitin. Jejich důležitost je patrná v množství aplikací, které se spoléhají právě na využití těchto ocelí. Od nenáročných aplikací jako kuchyňské nádobí a nábytek, až po vysoce sofistikované použití jako třeba vesmírná vozidla. Využití korozivzdorné oceli je nenahraditelné. Ve skutečnosti všudypřítomnost korozivzdorných ocelí v každodenním životě ztěžuje vyjmenovat všechna možná využití. [2]

1.1 Technologické vlastnosti

1.1.1 Svařitelnost

Často je svařitelnost velmi důležitou vlastností z hlediska zpracování. Korozní odolnost svarových spojů stejně jako pevnost a tažnost musí odpovídat původním vlastnostem základního materiálu. K dosažení těchto vlastností se musí použít vhodných přídavných materiálů a optimalizovaných technik svařování. [5]

Feritické oceli jsou vhodné pro svařování, ale dochází při něm k poklesu tažnosti. Pro vysokou odolnost proti korozi se upřednostňuje použití stabilizovaných ocelí. Feritické oceli mají sklon k dramatickému růstu zrna v tepelně ovlivněné oblasti, proto se doporučuje svařovat co nejmenšími teplotami. Martenzitické oceli nízkouhlíkové jsou podmíněně svařitelné a martenzitické vysokouhlíkové oceli je nesvařují. U obou typů ocelí, tedy feritických i martenzitických, se za spojovací materiál pro svařování doporučují austenitické přídavné materiály. [5]



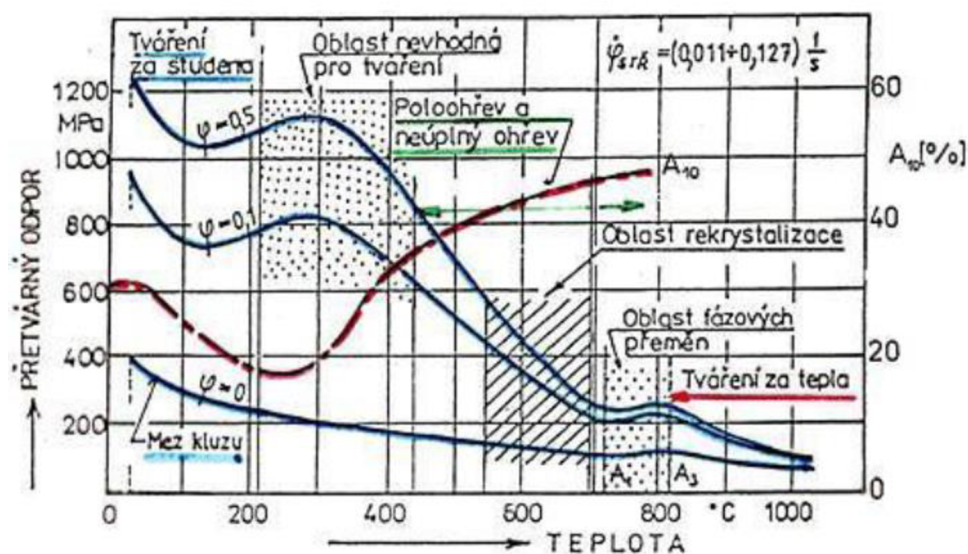
Obr. 6 Vliv teplotního cyklu na strukturu svarového spoje [6]

Austenitické korozivzdorné oceli jsou ke svařování vhodnější než feritické oceli. S ohledem na korozní odolnost při svařování austenitických ocelí se za přídavný materiál volí materiály s lepšími vlastnostmi. [5]

1.1.2 Tvářitelnost

Korozivzdorné oceli obvykle mají dobrou tvářitelnost, díky tomu se používají v nejrůznějších oblastech. Význam mají spíše ploché výrobky z korozivzdorných ocelí, které však svou užitnou hodnotu nabývají až po procesu přetváření. [5]

Feritické korozivzdorné oceli se chovají podobně jako nelegované oceli alespoň co se týče potřebných přetvárných sil. Plasticita korozivzdorných ocelí je omezená porovnáme-li je s nelegovanými hlubokotažnými oceli. To z důvodu, že se prioritní vlastností je odolnost proti korozi a ne tvářitelnost. [5]



Obr. 7 Rozdělení tvářecích procesů podle teploty [7]

Austenitické korozivzdorné oceli se ve srovnání s nelegovanými oceli a feritickými korozivzdornými oceli vyznačují podstatně větším zpevněním za studena. Ve výsledku je tedy za potřeby značně větších sil při tvarování. Běžné austenitické materiály se mění při tváření na martenzit. Transformace na martenzit se projevuje při vícenásobném tažení. Pokud je potřeba martenzitickou strukturu odstranit, lze tak učinit pomocí mezioperačním žiháním. [5]

1.1.3 Obrobitelnost

U obrábění korozivzdorných ocelí za těžkoobrobitelné platí v první řadě austenitické oceli. Jejich obrobitelnost je nepříznivě ovlivněna sklonem ke zpevňování za studena, dobrou houževnatostí a nízkou tepelnou vodivostí. Jako řezné nástroje volíme slinutých karbidů, v některých případech i rychlořezné oceli. Důležitým prvkem přispívajícím ke zlepšené obrobitelnosti všech korozivzdorných ocelí je síra. [5]

1.1.4 Provedení povrchu

Kovová čistota povrchu je primárním předpokladem odolnosti proti korozi, ale také zajišťuje funkčnost v prostředí, kterému je součást vystavena. Zokujené povrchy se tedy musí nejprve přivést do tohoto stavu a to například tryskáním nebo broušením. Při čištění povrchu od hrubých nečistot je nutno brát v potaz, že v kontaktu s korozivzdornou ocelí mohou být pouze kartáče z korozivzdorné oceli. [5]

2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ V PRŮMYSLU A V DOMÁCNOSTECH

Korozivzdorná ocel je stoprocentně recyklovatelná. Její pevnost, odolnost proti korozi a lehká údržba spolu s dlouhou životností ji dělají ideálním materiálem pro širokou škálu použití. Ve skutečnosti se normální člověk setkává s produkty z korozivzdorné oceli každý den. Ať už je to v kuchyni, na cestách, u doktora v ordinaci nebo na budovách. [8, 9]

Známe přes sto padesát tříd korozivzdorné oceli, z nichž patnáct je běžně používáno v každodenním životě. Korozivzdorná ocel se vyhotovuje v různých podobách obsahujících desky, pruty, listy a trubky. Využívá se jak pro průmyslové, tak domácí použití. [8]

Široké spektrum průmyslu spoléhá na korozivzdornou ocel včetně stavebnictví, automobilního průmyslu a dalších. Pro mnoho aplikací je korozivzdorná ocel to nejefektivnější řešení. [8]

2.1 Využití v průmyslu

2.1.1 Stavebnictví

Korozivzdorná ocel se dostala do popředí ve stavebnictví poprvé během éry art-deco. Velmi známou konstrukcí z této doby je horní část budovy Chrysler Building v New Yorku. Některé aplikace jsou velmi viditelné, například střešní krytiny nebo stěny. Ty využívají i estetičnost i funkčnost korozivzdorné oceli. Další využití jsou praktická, bezpečnostní a tak jsou někdy skrytá jako sloupy a trámy. [8]



Obr. 8 Budovy Chrysler Building v New Yorku [10]

Počet různých slitin korozivzdorných ocelí ve stavebnictví pořád roste. Preferované jsou hlavně oceli s vysokým obsahem molybdenu, který jim propůjčuje potřebnou korozní odolnost pro použití v korozních prostředích. Znečištění ovzduší, vystavení soli, změny počasí, design a frekvence potřeby čištění, tohle všechno se bere v potaz při výběru korozivzdorné oceli a jiných konstrukčních materiálů, když se chce dosáhnout co nejdelší životnosti. [11]

U aplikací ve styku s mořskou nebo posypovou solí, průmyslovým znečištěním, vulkanickým nebo jiným korozním prostředím je nutno využít korozivzdorných ocelí s obsahem molybdenu a s hladkým povrchem, pokud není možno časté čištění. Molybden pomáhá proti tvorbě pittingu a šterbinové korozi, což je obzvláště nápomocno při ochraně proti skvrnám od soli a poškozením korozním znečištěním. [11]



Obr. 9 Ukázka koroze zvané pitting [12]

Díky své pevnosti, pružnosti a korozní odolnosti je nyní korozivzdorná ocel běžně používána v moderním stavebnictví. Používá se na vnější opláštění u velkých budov s vysokou viditelností. Může být také viděna v různých podobách v interiérech jako zábradlí, pulty a různé doplňky. [8]

Korozivzdorná ocel je vhodná ke svařování, má atraktivní povrch a nenáročnou údržbu. I díky těmto charakteristikám se využívá u výškových budov v moderní architektuře. Příkladem jsou mezinárodní vlakový terminál Waterloo v Londýně, Most Helix v Singapuru a budova One World Trade Center v New Yorku. [8]



Obr. 10 Most Helix v Singapuru [13]

Trend udržitelných budov také upřednostňuje korozivzdornou ocel, která je často z devadesáti procent tvořena recyklovaným kovem. Korozivzdorná ocel jak s vyleštěným, tak se zrnitým povrchem, může přinést do budov přirozené světlo. [8]

2.1.2 Automobily a přeprava

V automobilním průmyslu byla poprvé použita korozivzdorná ocel ve třicátých letech devatenáctého století firmou Ford Motor Company při výrobě různých konceptů automobilů. [8]

V posledních rocích využití korozivzdorné oceli v automobilním průmyslu roste. Tradičně se používá v autech u výfukového systému, ozdobná přední mřížka. Méně nápadné aplikace jsou stěrače, těsnění hlavy válců a palivový systém. Může tedy být použita ke snížení hmotnosti a ceny na výrobu motorových vozidel a zároveň pro vylepšení bezpečnosti a výdrže automobilních struktur. Novější normy pro snižování emisí a otázky životního prostředí ženu výrobce k upřednostnění korozivzdorné oceli i pro strukturální komponenty. [8, 14]



Obr. 11 Výfukový systém z korozivzdorné oceli [15]

Korozivzdorná ocel se používá ve všech odvětvích přepravy včetně lodních kontejnerů, autocisteren a popelářských vozů. Je totiž vhodným materiálem pro převoz chemikálií, tekutin a potravinářských výrobků. Její vysoká pevnost umožňuje vyrábět tenčí kontejnery, čímž se šetří náklady na palivo, zatímco korozní odolnost šetří náklady na čištění a celkovou údržbu. [8]

Cena je samozřejmě vždy faktorem. S pohledem na vyšší cenu korozivzdorné oceli je opravdu výhodné ji použít jen tam, kde je potřeba. [14]

2.1.3 Zdravotnictví

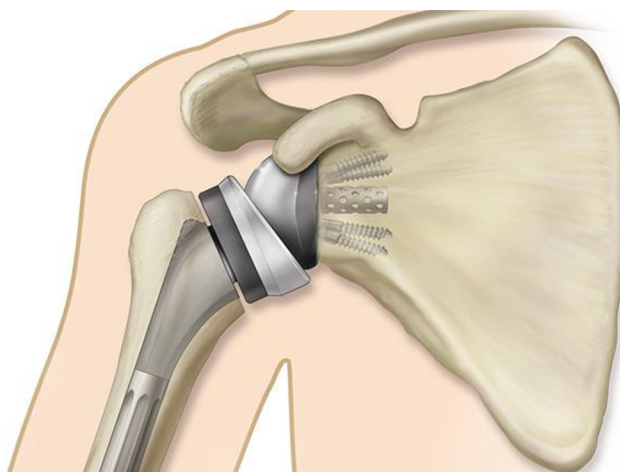
Pro chirurgickou ocel se volí legující prvky chrom, nikl a molybden, které přináší jedinečné spolehlivé kvality. Chrom navyšuje odolnost proti poškrábání a korozi. Nikl zajišťuje hladký a leštitelný povrch. Molybden zaručuje tvrdost po tváření a je dobrý na ostří skalpelů. [16]



Obr. 12 Čepele skalpelu [16]

Korozivzdorná ocel je ideální pro prostředí kladoucí důraz na hygienu díky své snadné sterilizaci a odolnosti vůči korozi. Je používána při konstrukci chirurgických a dentálních nástrojů a operačních stolů, stejně tak dalších zdravotnických vybavení jako kanyly, parní sterilizátor a magnetická rezonance. [8]

Chirurgické implantáty jako jsou kloubní náhrady, například umělé kyčle, jsou také vyhotoveny z korozivzdorné oceli. Ještě se používá například k rovnání a zajištění kostí v podobě kolíků a destiček. [8]



Obr. 13 Endoprotéza ramenního kloubu [17]

2.2 Využití v domácnostech

Historicky asi nejznámější užití korozivzdorné oceli je právě v souvislosti s potravinami. Tak zvané „nerezové“ přístroje se objevily už v desátých letech devatenáctého století, dřezy zhruba ve třicátých letech devatenáctého století a „nerezové“ sporáky během čtyřicátých a padesátých let. Nemluvě o tom, že se korozivzdorná ocel stala neodmyslitelnou součástí kuchyní od osmdesátých let, kdy americká společnost General Electric ve svých televizních reklamách a tištěných propagacích začala promovat myčky, chladničky a vestavěné kuchyňské výrobky. [18]

Méně tvárné druhy ocelí se používají při výrobě čepelí nožů s ostrými hranami. Zato ty tvárnější druhy se používají pro předměty složitějších tvarů jako jsou sporáky, grily, dřezy a hrnce. Korozivzdorná ocel se taky používá jako povrchová úprava pro lednice, mrazáky, kuchyňské desky a myčky nádobí. [8]

Korozivzdorná ocel je ideálním materiálem pro výrobu a skladování potravin, protože nemění chuť jídla. U těchto aplikací je důležitou vlastností materiálu jeho korozní odolnost, aby dokázala odolat takovým jídlům a tekutinám jako je například pomerančová šťáva, která je velmi kyselá. Využití v potravinářství nejvíce ze všech těží ze snadného čištění korozivzdorné oceli, což pomáhá udržovat nežádoucí bakterie na uzdě. [8]



Obr. 14 Nerezové nádobí [19]



Obr. 15 Nerezový příbor [20]

3 NÁVRH VÝROBNÍCH PROCESŮ

Výroba korozivzdorné oceli obsahuje sérii procesů. Nejdříve se ocel roztaví a poté je odlita do pevných forem. Po několika tvářecích krocích je ocel tepelně zpracována a poté očištěna a vyleštěna pro dosažení požadovaného povrchu. Dalším krokem je zabalení a odeslání výrobcům, kteří ocel svaří a spojí pro vytvoření požadovaných tvarů. [21]

3.1 Výrobní proces příborů

Surový materiál pro příbor může být korozivzdorná ocel, mincovní stříbro nebo základní materiál, jako vysoce kvalitní měděné slitiny, na který je nanášena vrstva stříbra galvanickým pokovováním. [22]



Obr. 16 Ocelový polotovar [23]

Korozivzdorná ocel je kombinací oceli a především chromu a niklu. Ten nejlepší druh korozivzdorné oceli pro výrobu kvalitní řady obsahuje 18% chromu, 8% niklu. Korozivzdorná ocel je velmi oblíbeným materiálem pro její snadnou péči, trvanlivost a nižší cenu oproti stříbru. [22]

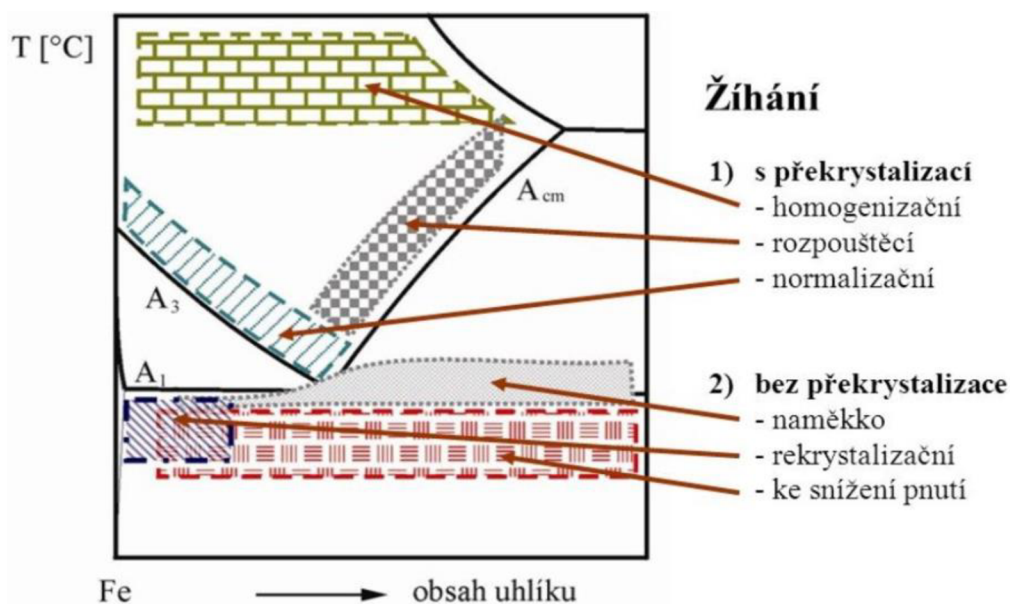
Výroba začíná u obdélníkových plochých polotovarů korozivzdorné oceli, mincovního stříbra, nebo u pokovených příborů ze slitiny. Tyto polotovary jsou válcovány na správnou tloušťku a tvar, vyžadovaných výrobcem, pomocí série válcovacích operací. [21, 22]



Obr. 17 Polotovary vyjíždějící z válcovací trati [23]

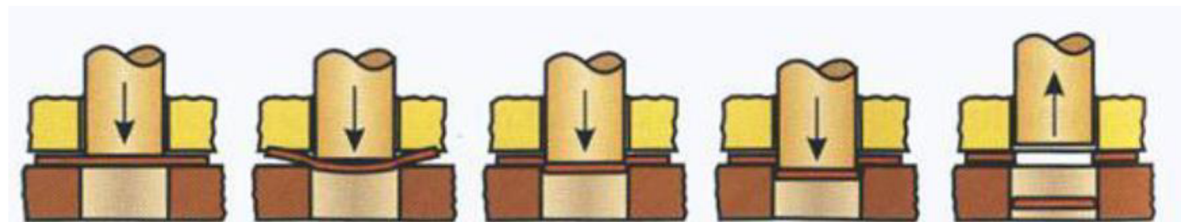
Nejdříve jsou polotovary válcovány křížem zleva doprava, zprava doleva a podélně, potom jsou oříznuté na obrys. Velké role jsou vyraženy v jednotlivých polotovaru, které jsou ploché kusy přibližně stejné velikosti a tvaru jako požadovaný výsledný vyráběný produkt. Například každá lžice musí být široká na konci rukojetě, aby se zabránilo ohýbání. Toto dává úhlováním kusům ten správný balanc a dobrý pocit přidržení v ruce. Každý kus je nyní ve formě čistého konečného tvaru, alespoň hrubého rozměru přístroje. [21, 22]

Mezi operacemi polotovary musí projít skrze žihací pece, aby se materiál změkčil pro další strojní operace. Žihání, provedeno za velkého tepla, musí být velmi přesně kontrolováno, aby výsledný kus byl odolný vůči ohybu a poškrábání a promáčknutí při používání. Poslední žihací proces je ten nejdůležitější, protože výsledné kusy musí vykazovat právě požadovaný stupeň tvrdosti při testu tepáním. Poté může být kov jednoduše přinucený do nejrůznějších malých detailů v protlačovadlech a možná i reprodukovány ornamenty. [21, 22]



Obr. 18 Základní typy žihání [24]

Vyválcované polotovary jsou umístěny operátorem do vystřihovacího lisu, aby se odstranil všechny přebytečný kov a aby se vytvořil požadovaný tvar kusu. Tento proces by se dal přirovnat vykrajování z vyváleného těsta. Požadovaný tvar se vystřihne z kovu a zbylý materiál je znovu roztaven a přeměněn zpátky na listy nebo pláty, které se znovu použijí. Toto ostříhnutí musí zaručit přesné uložení kusů do stříhadla než je aplikován design. [21, 22]



Obr. 19 Princip stříhání pomocí stříhadla [25]

Dalším krokem je tvoření vzoru. Každý vzor má svůj vlastní matrice z kalené oceli, dvě matrice pro každý kus, jednu se vzorem pro přední stranu a druhou pro zadní stranu. Tyto protikusy jsou opatrně umístěny do kovařky. Operátor rychle umístí kusy na místo pod padací buchar, který sestupuje s hydraulickým tlakem asi 200 tun. Kov je rozmáčknut do všech malých detailů ornamentů a tak se vyrazí požadovaný vzor. Náraz bucharu dostatečně vytvrzuje kus pro využití v domácnostech. Přebývající kov za čarou obrysu je potom odstraněn odřezávacími presy. [21, 22]



Obr. 20 Lžice v různých fázích výroby [26]

Speciální kroky jsou nutné pro vytvoření nožů, lžic, vidliček a dutých kusů. K vytvoření duté rukojeti nože, poté co jsou dva proužky kovu vytvářeny, jsou spájeny dohromady a leštěny dokud spoj není vidět. Ostří a rukojeť jsou permanentně připojeny silným „tmelem“, který spojuje pevnost a výdrž. [22]

Pro postříbřené kusy je dodatečný krok galvanické pokovování. Postříbřované kusy se nejprve připraví leštěním, aby hrany byly hladké a povrch osvobozen od menších nerovností. Po ukončení leštění se pořádně vyčistí až dvanácti chemickými roztoky.

Konečně projdou elektrolýzou, díky které se nanese vrstva stříbra na elektricky nabitý základní kov. [22]



Obr. 21 Vzorované příbory [27]

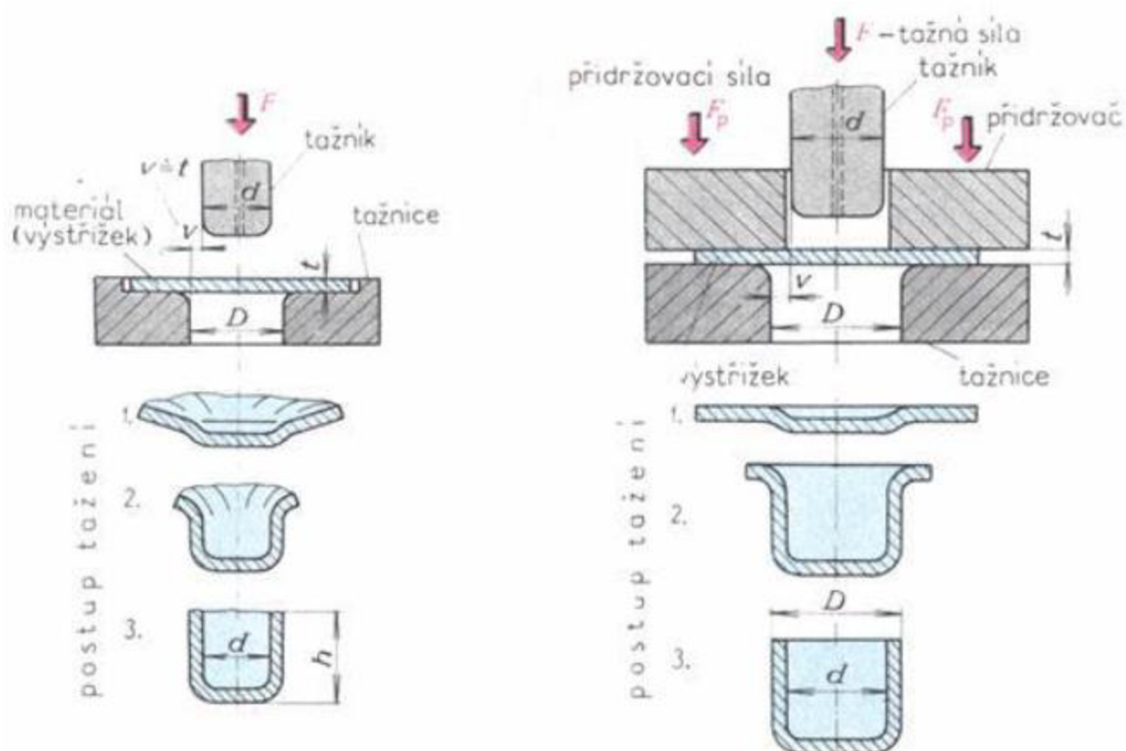
Záležíc na vzoru, speciální procesy povrchových úprav mohou dát postříbřenému povrchu zrcadlový lesk, nebo florentský povrch. [21, 22]

Poslední zastávka výrobků kvůli oděrkům, škrábancům, drsnostem na hranách, změnou barvy, nebo jakýchkoli jiných chyb které se mohli objevit při ražení, tvarování nebo leštění. [22]

3.2 Výrobní proces nádobí

Polotovarem pro výrobu opět nejlépe korozivzdorná ocel s obsahem 18% chromu, 8% niklu. [22]

Polotovary jsou ve tvaru listů nebo plátů. Korozivzdorné oceli poměrně špatnými tepelnými, což je nevýhoda pro využití v kuchyních. Aby se tedy zjednodušilo použití v kulinářství, korpus nádobí se skládá z vrstvy hliníku nebo mědi mezi dvěma vrstvami korozivzdorné oceli. [22]



Obr. 22 Tažení bez přídržovače (vlevo) a s přídržovačem (vpravo) [28]

Takto sestavené vrstvy se válcují pro spojení vrstev. Pro válcování se vystřihne obrys vyráběného nádobí. Protože se korozivzdorná ocel špatně svařuje na tupo, často se do samotného obrysu vystřihnou ještě díry pro pozdější přinýtování rukojetí. Dalším krokem je tažení výstřížku pro dosažení požadovaného tvaru. Přebývající materiál se odstraní poměrně snadno soustružením. [22]

Následují už jen povrchové úpravy a přidání rukojetí a to například pomocí nýtování. [22]



Obr. 23 Pánev s nýtovanou rukojetí [29]

4 SPECIFICKÉ POŽADAVKY

V oblasti kuchyňského nádobí je jednou z nejznámějších úprav nejen korozivzdorné oceli úprava povrchu dotýkajícího se připravovaného jídla. Touto úpravou je nepřilnavý povrch, v tomto případě Teflon.

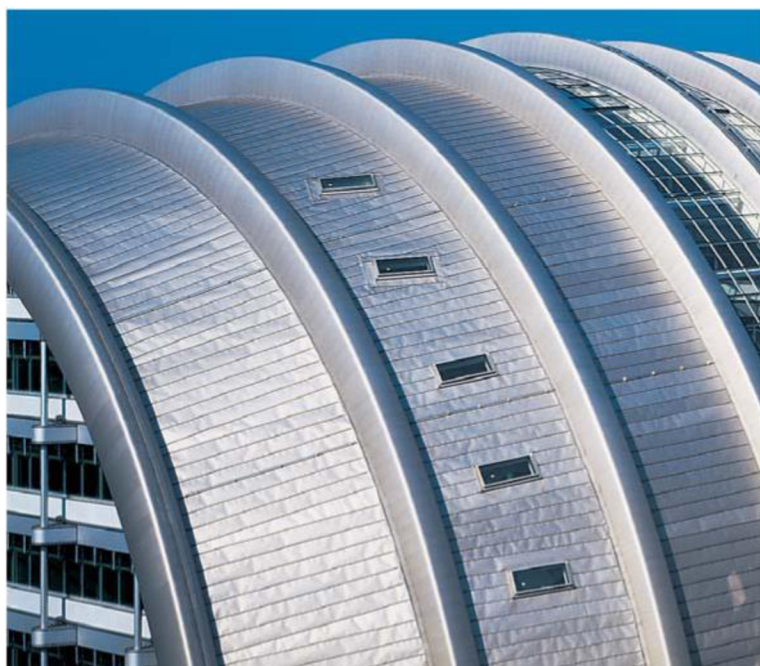


Obr. 24 Pánev s teflonovým povlakem [30]

Teflon je vrstva kompositu s tloušťkou od 20 mikrometrů do 30 mikrometrů, která nezabraňuje jen přilnavosti jídla, ale také poškrábání. Aplikuje se ve formě prášku nebo kapaliny na předem zdrsňený povrch, tím lépe přilne. Následně je vystaven teplotám přibližně 400°C než dojde k vytvrzení a přilnutí k povrchu. [30]

Další zajímavé povrchové úpravy nerezové oceli jsou často spíše vzhledového zaměření. Příkladem jsou otryskání kuličkami, barvení povrchu nebo odborné dekorativní úpravy. [31]

Otryskávání kuličkami způsobuje jednotný, matnější povrch, který dobře kontrastuje s lesklými povrchy. Materiály použité při tryskání jsou nerezové oceli, keramické kuličky, nebo drcené skořápky ořechů a sklo. Každý element dodává povrchu jiný efekt. Nesmí se používat částice konvenčního železa nebo uhlíkatých ocelí, protože by mohly vážně kontaminovat povrch korozivzdorné oceli. Vhodné není ani použití písku s obsahem železitých látek. [31]



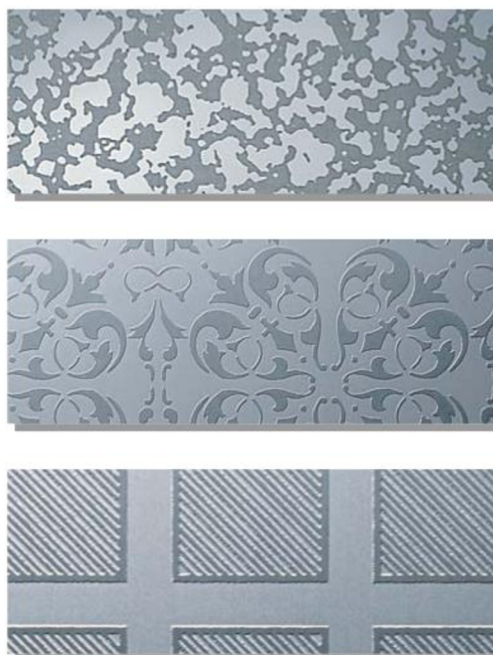
Obr. 25 Budova Ludwig-Erhard-Haus v Berlíně s typickým matným povrchem otryskaným drceným sklem [31]

Jinou povrchovou úpravou je elektrolytické barvení povrchu. Korozivzdorné oceli mají na povrchu chromoxidovou vrstvu, která navyšuje odolnost proti korozi. Při poškození materiálu se za přítomnosti kyslíku dokáže sama regenerovat. Tato vrstva se dá chemickým procesem obarvit a elektrolyticky ztvrdit. Nejvhodnější jsou austenitické korozivzdorné oceli. Rejstřík barev je bronzová, zlatá, červená, fialová, modrá a zelená. Protože vrstva je průhledná, barva odpovídá tloušťce filmu v mikronech. [31]



Obr. 26 Obarvený a tvarovaný povrch nerezové oceli [31]

Třetí jsou odborné dekorativní úpravy. Díky moderní technice a postupům se může dosáhnout atraktivních a dynamických designů. Jsou to například procesy leptání kyselinou, tryskání, modelování, broušení a leštění. Továrny se specializací na tyto procesy je používají jednotlivě nebo v kombinacích k dosažení množství povrchových tvarování a efektů. Dokonce se používají i procesy hedvábného sítení a světelné odolnosti k přenesení jakéhokoli vzoru na nerezovou ocel, jejíž povrch se bude leptat kyselinou. [31]



Obr. 27 Povrch leptán kyselinou [31]

5 ZÁVĚR

Kuchyňská využití korozivzdorné oceli jsou rozsáhlá. Ve srovnání s nádobím je nerezové nejjednodušší pro běžného uživatele, protože je velmi odolné proti rezavění a mechanickému poškození a také má velkou pevnost a tvrdost. Oproti hliníkovému nádobí má mnohem horší tepelnou vodivost. Je asi třikrát těžší než hliníkové, ale značně lehčí než keramické nádobí. Starší nerezové nádobí se širším dnem může být také docela těžké. Asi nejlepší vlastností pro uživatele je snadné čištění nádobí z korozivzdorné oceli.

V bakalářské práci byla korozivzdorná ocel popsána z hlediska materiálových a technologických vlastností. Byly probrány vybrané možnosti využití nerezové oceli v průmyslu. U zmíněných technických aplikací i využití v domácnostech bylo snahou přiblížit vlastnosti, díky kterým se korozivzdorná ocel právě v těchto odvětvích využívá. Dále bylo dosaženo podrobného popsání výrobního procesu jak příborů, tak nádobí. V neposlední řadě byly popsány specifické povrchové úpravy nejen směru funkčním, ale také ve směru vizuálním.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. SINGH, Ramesh. *Applied Welding Engineering*. Butterworth-Heinemann: Butterworth-Heinemann, 2011. ISBN 9780123919175.
2. K.H. Lo, C.H. Shek, J.K.L. Lai, *Recent developments in stainless steels*. [online]. 2009 [citováno 2020-9-1]. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0927796X09000461>
3. PTAČEK, L. *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002, 392 s. ISBN 80-7204-248-3.
4. AALCO. *Stainless steel general information*. [online]. 2019 [citováno 2020-9-1]. Dostupné z WWW: http://www.aalco.co.uk/datasheets/Stainless-Steel_St-St-Introduction_61.ashx
5. EURO INOX. *Korozivzdorné oceli - vlastnosti*. Euro Inox, 241, route d'Arlon, 1150 Lucembursko, 2002, Překlad z: *Stainless Steel Properties*. ISBN 2-87997-082-2.
6. KOUKAL, J.; SCHWARZ, D.; HAJDÍK, J. *Materiály a jejich svařitelnost*. Vyd. 1. Ostrava : Technická univerzita, Vysoká škola báňská, 2009. 240 s. ISBN 978-80-248-2025-5.
7. Technologie tváření kovů. TUL, Fakulta strojní, Katedra strojírenské technologie –oddělení tváření kovů a plastů. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/01.htm
8. METALSUPERMARKETS. *Most common uses of stainless steel*. [online]. 2016 [citováno 2020-9-2]. Dostupné z: <https://www.metalsupermarkets.com/most-common-uses-of-stainless-steel/>
9. MEAD METALS, INC. *Common use for stainless steel*. [online]. 2017 [citováno 2020-9-4]. Dostupné z: <https://www.meadmetals.com/blog/common-uses-for-stainless-steel>
10. WIKIPEDIE. *Chrysler buiding – top*. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:Chrysler_building_top.jpg
11. IMOA. *Stainless steel in architecture, building & construction*. [online]. [citováno 2020-9-3]. Dostupné z : <https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-grade-stainless-steels/stainless-steel-architecture.php>
12. MATERIAL GRADES. *Stainless steel pitting – Preventions & Controls*. [online]. [citováno 2020-9-11]. Dostupné z: <https://www.materialgrades.com/stainless-steel-pitting-preventions-controls-1694.html>
13. HEALTHY TRAVEL. *5 healthy days in Singapore*. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: <https://www.healthytravelblog.com/2013/12/03/5-healthy-days-in-singapore/>
14. ISSF. *Stainless steel in structural automotive applicationls*. [online]. 2009 [citováno 2020-9-3]. Dostupné z:

- <https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Stainlesssteelstructuralautomotiveapplications.pdf>
15. FASTENERS, *Druhy nerezové oceli a příklady jejího využití*. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: <https://www.fasteners-cz.cz/druhy-nerezove-oceli-priklady-jejeho-uziti>
 16. AZOM. *Medical applications of stainless steel 304*. [online]. 2012 [citováno 2020-9-3]. Dostupné z: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6641>
 17. EXACTECH. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: <https://www.exac.com/>
 18. MEAD METALS, INC. *How is stainless steel used in the food service industry?*. [online]. 2019 [citováno 2020-9-5]. Dostupné z: <https://www.meadmetals.com/blog/stainless-steel-food-industry>
 19. ORION. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: <https://www.oriondomacipotreby.cz/hrnce-poklice/nerezove-hrnce/sadan%c3%a1dob%c3%ad-nerez-royal-6-d%c3%adl%c5%af-113120?returnurl=%2fhrnce-poklice%2fnerezove-hrnce%2f%3fcount%3d63>
 20. NEREZOVÉ PŘÍBORY. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: <http://www.nerez-pribory.cz/produkt-detail.php?seo=symbol>
 21. HOW PRODUCTS ARE MADE. *Stainless steel*. [online]. [citováno 2020-9-8]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-1/Stainless-Steel.html>
 22. HOW PRODUCTS ARE MADE. [online]. [citováno 2020-9-9]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-1/Cutlery.html>
 23. EXAME. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: <https://exame.com/negocios/usiminas-caixa-dos-empregados-e-mitsubishi-ainda-nao-receberam-oferta-da-ternium/>
 24. MORÁVEK, O., BABOROVSKÝ V., *Základy tepelného zpracování oceli*, SNTL, Praha, 1961.
 25. ONEINDUSTRY. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: <https://nastrojarna.oneindustry.one/toner-pribory-ktere-pouziva-madeleine-albrightova-milos-zeman-i-vaclav-klaus/>
 26. *Technologie plošného tváření - Stříhání*. TUL[online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm
 27. *Technologie plošného tváření -tažení*. TUL[online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/09.htm
 28. GASTROVESELÝ. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: https://www.gastrovesely.cz/eshop/52_hrnce-pekace-panve/247_panve/278_panve-ocelove-a-kovane/11864_ocelova-panev-de-buyer-carbone-plus-24cm-nerezova-rukojet

29. GASTRO. [online]. [citováno 2020-9-10]. Dostupné z: https://www.zgastro.cz/blog/5_charakteristiky-jednotlivych-typu-nadobi.html
30. ANDREATTA Francesco, LANZUTII Alex, ANEGGI Eleonora, GAGLIARDI Andrea, RONDINELLA Alfredo, SIMONATO Michele, FEDRIZZI Lorenzo, *Degradation of PTFE non-stick coatings for application in the food service industry*. [online]. 2020 [citováno 2020-9-9]
31. EURO INOX. *Průvodce povrchových úprav nerezové oceli*. Euro Inox, 241, route d'Arlon, 1150 Lucembursko, 2006,. ISBN 978-2-87997-175-9.

