

Elektrolytické leštění korozivzdorných ocelí



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 978-2-87997-319-7

978-2-87997-310-4	Anglické vydání
978-2-87997-311-1	Německé vydání
978-2-87997-312-8	Finské vydání
978-2-87997-313-5	Francouzské vydání
978-2-87997-314-2	Italské vydání
978-2-87997-315-9	Nizozemské vydání
978-2-87997-316-6	Polské vydání
978-2-87997-317-3	Španělské vydání
978-2-87997-318-0	Švédské vydání
978-2-87997-320-3	Turecké 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-rostfrei.de

International Chromium Development Association (ICDA)

www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMOA)

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

Elektrolytické leštění korozivzdorných ocelí
První vydání 2009
(Publikační řada Materiály a jejich použití, sv. 11)
© Euro Inox 2009

Redakce

Euro Inox
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

Alenka Kosmač, Brusel (B)

Poděkování

Euro Inox vyjadřuje poděkování p. Siegfriedu Pieslinger–Schweigerovi, Poligrat (D) a p. Johnu Swainovi, Anopol (UK) za jejich příspěvky a za pečlivé proctění rukopisu.

Fotografie

Foto na titulní stránce: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)

Odmítnutí 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.

Obsah

1. Úvod	2
2. Podstata pochodu	4
3. Pracovní postup	6
3.1 Předúprava kovového povrchu	7
3.2 Elektrolytické leštění	7
3.3 Dokončovací úprava	8
4. Elektrolytické leštění v porovnání s jinými povrchovými úpravami	9
4.1 Mechanické leštění	9
4.2 Galvanické pokovování	10
5. Jak specifikovat elektrolyticky leštěné povrchy	11
6. Typické aplikace	12
7. Vysvětlení pojmů	15
8. Literatura	17

Autorská práva

Na toto dílo se vztahují autorská práva. Euro Inox si vyhrazuje všechna práva na překlady do kteréhokoliv jazyka, přetisky, opětné použití vyobrazení, zopakování 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 fotokopií, 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.

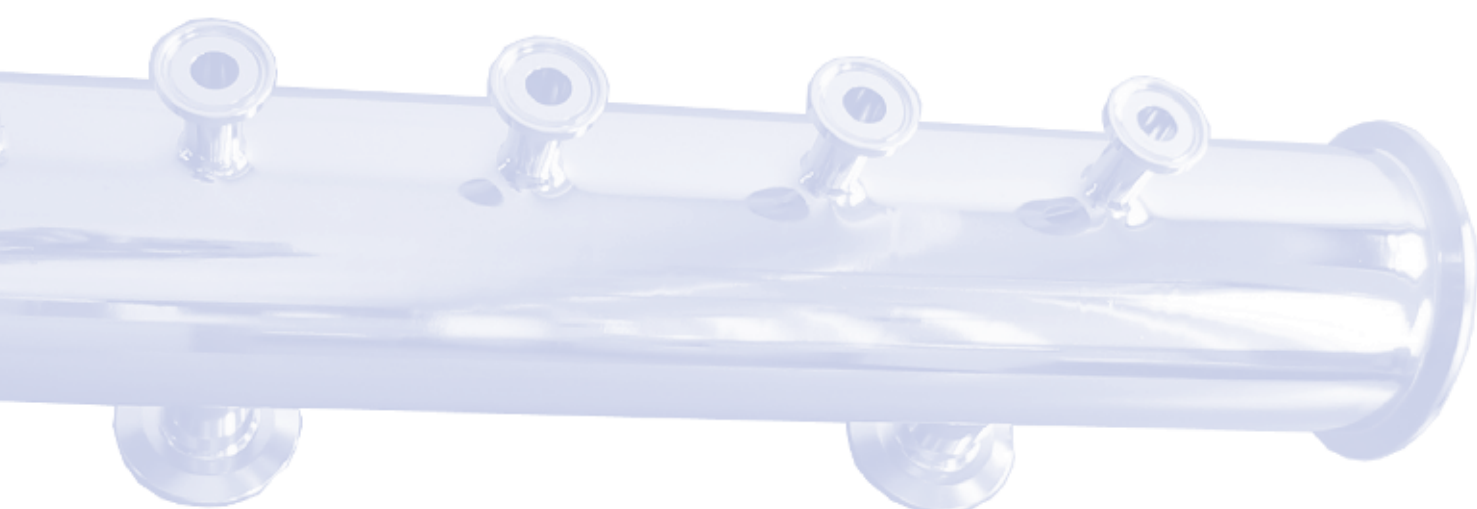
1 Úvod

Elektrolytické leštění je metoda chemické úpravy povrchu (viz rámeček), při které se z povrchu kovového předmětu elektrolyticky odebírá kov ve formě iontů [1]. Hlavním cílem tohoto pochodu je na minimum potlačit mikroskopickou drsnost povrchu a tím velmi významně omezit ulpívání nečistot nebo zbytků různých produktů na takovém povrchu a usnadnit jeho čištění. Elektrolytické leštění se rovněž využívá k odstraňování ostřin a ořepů, k leštění a k pasivaci.

Tento proces obnažuje nenarušený a metalurgicky čistý povrch. Případné nežádoucí účinky mechanických povrchových úprav – mechanické a tepelné pnutí, zadírání částic či hrubnutí povrchu – zde nepřicházejí v úvahu, resp. se elektrolytickým leštěním

dokonce zmírní. Vlastní korozní odolnost dané značky korozivzdorné oceli se může plně uplatnit. Ze všech těchto důvodů je dnes elektrolytické leštění běžnou metodou povrchové úpravy korozivzdorných ocelí v odvětvích, kde se vyžaduje obzvláště vysoká korozní odolnost a obzvláště snadné čištění. S typickými aplikacemi se setkáváme ve výrobě léčiv, v biochemii a v potravinářském průmyslu.

Jelikož při elektrolytickém leštění vůbec nedochází k mechanickému, tepelnému ani chemickému ovlivnění materiálu, je možno takto upravovat i malé a křehké součástky. Lze takto leštit součásti téměř libovolného tvaru a velikosti.



Chemické úpravy povrchu: co a proč je třeba brát v úvahu

Různých způsobů chemických povrchových úprav existuje celá řada. I když všechny pomáhají vytvořit čistý kovový povrch a zčásti se překrývají, slouží jednotlivé metody výrazně odlišným účelům.

Moření

Moření odstraňuje oxidy a zejména tepelné zbarvení povrchu (po sváření), jakož i jiné barevné změny nebo korozní zplodiny. Vytváří čistý kovový povrch splňující u korozivzdorných ocelí podmínky pro přirozenou samovolnou pasivaci. Typické přípravky obsahují kyselinu dusičnou a fluorovodíkovou. Doba moření závisí na teplotě roztoku a na stupni znečištění povrchu.

Pasivace

V přítomnosti vzdušného kyslíku nebo kyslíku rozpuštěného ve vodě probíhá normálně pasivace korozivzdorných ocelí samovolně. Může však trvat i několik dnů, než pasivní vrstva naroste na svoji plnou tloušťku. Chemická pasivace tvorbu pasivní vrstvy urychlí, takže za definovaných pod-

mínek rychle vznikne vrstva plnohodnotná. Pasivace se provádí ve zředěné kyselině dusičné a trvá od 15 minut do 1 hodiny.

Dekontaminace nebo kyselé čištění

Touto operací se odstraní částice železa resp. obyčejné oceli, které by při ponechání na povrchu korozivzdorné oceli koro dovaly – jedná se např. o různé nečistoty (částice uvolněné broušením, částice rzi přenesené stykem s uhlíkovou ocelí, obrus nástrojů atd.)¹

Elektrolytické leštění

Čisté kovové povrchy se elektrolyticky leští pro snížení mikrodrsnoti a též pro docílení řady dalších velmi užitečných vlastností popsaných v této brožuře. Tento pochod je založen na elektrolýze, kdy mezi elektrodami protéká proud a elektrolytem bývají většinou roztoky kyseliny sírové a ortofosforečné. Elektrolytické leštění obvykle trvá 2 až 20 minut.

¹ srv. CROOKES, Roger, Pickling and Passivating Stainless Steel (Moření a pasivace korozivzdorných ocelí), Lucemburk, Euro Inox, 2. vydání 2007 (Publikační řada Materiály a jejich použití, sv. 4) – http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating_Pickling_EN.pdf

2 Podstata pochodu

Elektrolytické leštění odebírá kov účinkem procházejícího elektrického proudu z povrchu součásti ponořené do elektrolytu definovaného složení. Tento pochod je v zásadě opakem galvanického pokovování. Při pokovování se kovové ionty z roztoku usazují na upravované součásti a vytvářejí na ní povlak. Při elektrolytickém leštění se kov odebírá z povrchu upravované součásti a ve formě iontů přechází do roztoku.

Typické zařízení pro elektrolytické leštění se vzhledově podobá pokovovací lince. Střídavý proud ze zdroje se převádí na stejnosměrný proud nízkého napětí. Vana pro chemickou lázeň obvykle bývá vyrobena z plastu nebo je vyložená olovem. Do lázně se spustí sestava olověných, měděných nebo ocelových desek (z korozi vzdorné oceli), která se připojí na záporný pól (-) zdroje. Součást nebo zboží se uchytí na titanové, měděné nebo bronzové závěsy. Tyto závěsy se naopak připojí na kladný pól (+) zdroje.

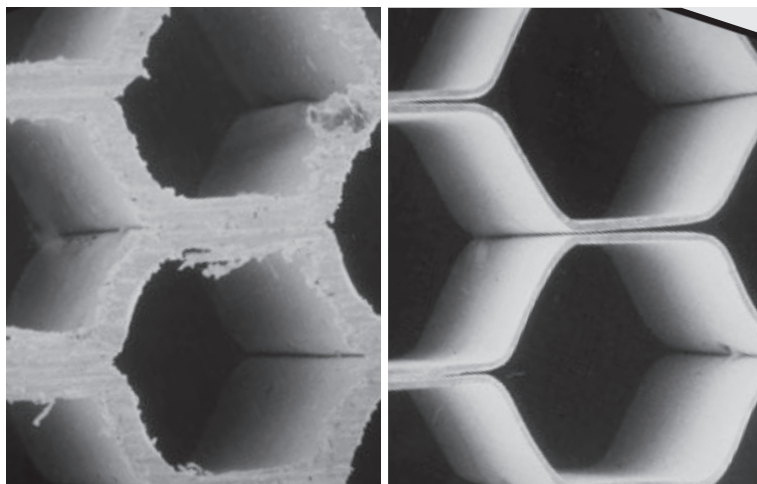
Tím je upravovaná součást připojena na kladný pól a stává se anodou, kdežto zápor-

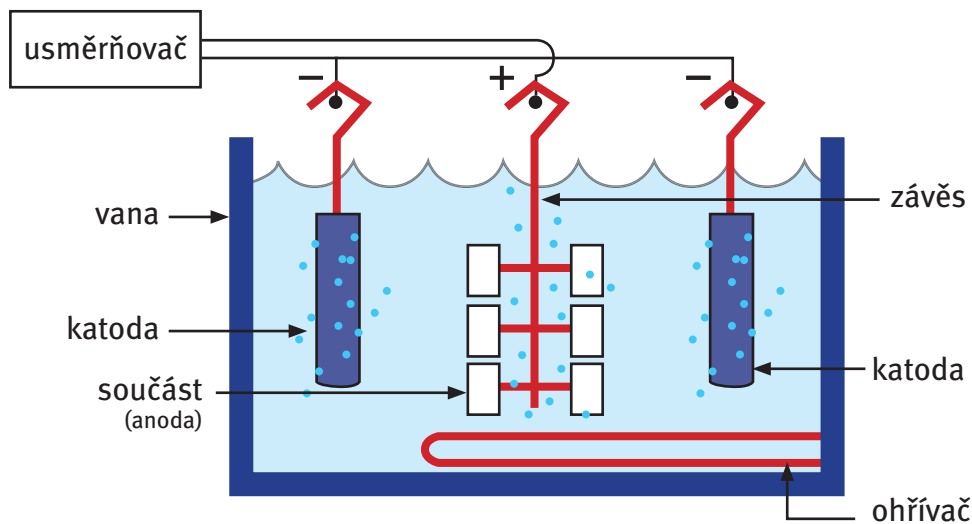
ný pól (katoda) se připojí na vhodný vodič. Ponořením anody i katody do elektrolytu se vytvoří uzavřený elektrický obvod. Obvodem prochází stejnosměrný (ss) proud.

Jak ukazuje schéma na obrázku, součást ponořená v chemické lázni se nabíjí kladně (funguje jako anoda). Při zapojení proudu se elektrolyt chová jako elektrický vodič ("nástroj"), který umožňuje odebírání iontů kovu z upravované součásti. Ionty jsou přitahovány ke katodě, ale většina rozpuštěných kovů zůstává v roztoku. Část iontů se ukládá ve formě kalu na katodách, které je proto třeba pravidelně čistit, aby neklesala účinnost pochodu. Probíhající elektrolytický pochod ještě dále zesiluje tvorba plynových (kyslíkových) bublinek na kovovém povrchu.

Množství kovu odebíraného z povrchu součásti je úměrné intenzitě procházejícího proudu, účinnosti daného elektrolytu a době trvání pochodu. Během elektrolytického leštění se docílují velmi vysoké proudové hustoty právě v místech ostřin, otřepů a jiných výstupků na povrchu, které se takto přednostně vyhlazují. Pracovní podmínky pro úpravu dané součásti je třeba správně nastavit, aby docházelo k přiměřenému odběru kovu z povrchu a byly zachovány rozměrové tolerance.

Elektrolytické leštění je účinná metoda odstraňování otřepu – a to i ze součástí, které by se nesnadno čistily mechanicky. Fotografie: Poligrat, Mnichov (D)





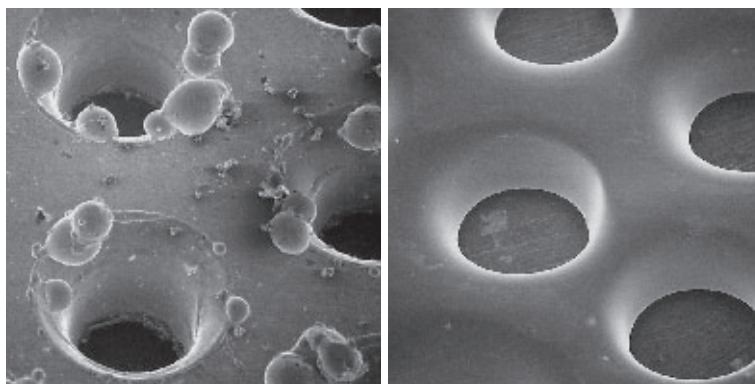
Upravovaná součást funguje při elektrochemické pochodu jako anoda, čili materiál je odebrán z jejího povrchu [3].

U korozivzdorných ocelí se významně uplatňují rozdíly v rychlostech odběru jednotlivých složek slitiny. Atomy železa a niklu se z krystalové mřížky uvolňují snadněji než atomy chromu. Elektrolytickým leštěním se z povrchu přednostně odebrá nikl a železo, takže povrch se obohacuje chromem. Tento jev na elektrolyticky leštěném povrchu urychluje a zlepšuje pasivaci [2].

Často se zapomíná, že elektrolytické leštění je pochod, při kterém nedochází k distorzi povrchu ani k narušování jeho tvaru. Při elektrolytickém leštění nedochází k mechanickému ani tepelnému ovlivnění žádným brusivem, nedochází k narážení žádných částic a součásti se nepřevalují v žádných bubnech [4].

Výsledky jsou reprodukovatelné s vysokou přesností, takže elektrolytické leštění je možno používat i na součásti s přesnými tolerancemi².

Tentýž povrch pod mikroskopem před elektrolytickým leštěním a po něm: tato povrchová úprava zajišťuje čistý kovový povrch. Fotografie: Poligrat, Mnichov (D)



² Při použití správného pracovního postupu a při správném nastavení parametrů nevznikají u tohoto pochodu žádná rizika ohrožení bezpečností, pokud elektrolytické leštění provádí odborná firma, která zajistí účinné větrání. Tyto firmy by rovněž měly schválenými, bezpečnými postupy likvidovat odpady včetně použitých znečištěných kyselin.

3 Pracovní postup

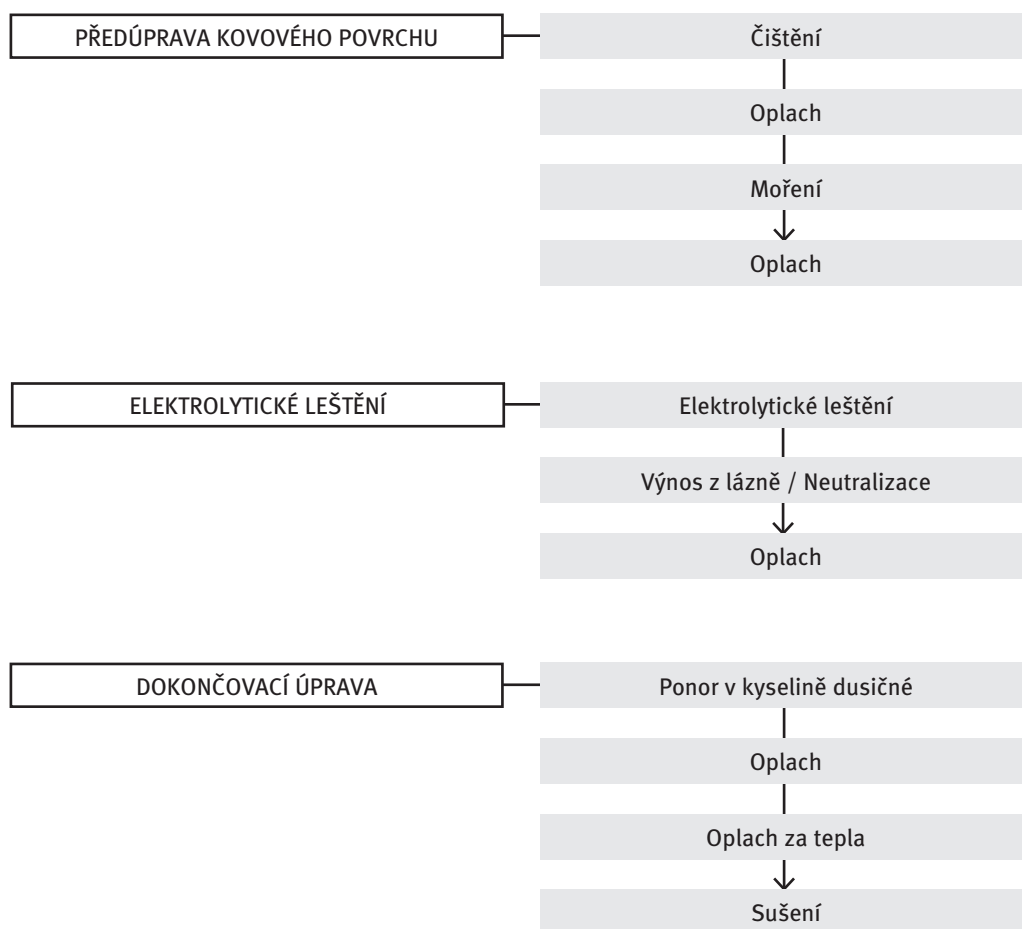
Pro zajištění vysoké jakosti elektrolyticky leštěných povrchů musí celý pochod u většiny korozivzdorných ocelí probíhat ve třech hlavních operacích [5]:

- Předúprava kovového povrchu: pro odstranění olejů, maziv, oxidů a jiného znečištění povrchu, které by narušovalo rovnoměrnost elektrolytického leštění.
- Vlastní elektrolytické leštění: pro vyhlazení povrchu, zvýšení jeho lesku a/nebo odstranění otřepů.

- Dokončovací úprava: pro odstranění zbytků elektrolytu a vedlejších produktů elektrochemické lešticí reakce a též pro vysušení kovu, aby na něm nevznikaly skvrny.

Pro každou z těchto hlavních operací může být třeba nechat leštěnou součást projít několika vanami.

Typický technologický postup ukazuje dále uvedený diagram:



3.1 Předúprava kovového povrchu

Předúprava povrchu se provádí ve dvou krocích: alkalické čištění nebo čištění a odmaštění v rozpouštědle a dále moření, je-li povrch zabarven oxidy po tepelném ovlivnění (sváření).

Účelem čištění v alkalických roztocích nebo rozpouštědlech je odstranit ze součástí veškeré stopy olejů, vazeliny, nečistot pocházejících z dílny, otisků prstů a jiných vrstev zbylých z výroby. Nečistoty přítomné na povrchu při elektrolytickém leštění mohou zhoršit finální jakost povrchu, což má význam zejména u kritických aplikací, např. v lékařství, farmacii a výrobě polovodičů. Součásti vyjmuté z čistícího roztoku je třeba všemožně chránit před dotykem rukou nebo technologického zařízení, neboť udržení čistoty je jednou z ústředních zásad při všech povrchových úpravách. Nesprávné nebo nedostatečné vyčištění je běžnou příčinou selhání těchto úprav.

Oplachová vana plní dvě hlavní funkce: odstranit zbytky chemikálií z předchozí operace jejich zředěním a působit jako zábrana jejich zanášení do následující operace.

Odokujení a moření kyselinami odstraní zbytky oxidů přítomných např. po obrábění a též alkalickou vrstvičku zbylou po čištění.

Pro oplach po kyselém odokujení platí v podstatě stejné zásady jako pro oplach po alkalickém čištění. Rozdíl je hlavně v tom, že roztoky kyselin se oplachem obecně

odstraňují mnohem snadněji než alkalické zbytky, takže často postačují nižší průtoky a/nebo kratší oplachy.

3.2 Elektrolytické leštění

Při elektrolytickém leštění se kov na anodě rozpouští a přechází do roztoku ve formě rozpustné soli. Tyto reakce probíhají zároveň u všech složek korozivzdorných ocelí – železa, chromu i niklu – a přitom se povrch za řízených podmínek vyhlazuje. Současně probíhá i několik vedlejších reakcí, jejichž zplodiny je třeba udržovat na přípustné míře, aby se dosáhlo nejvyšší možné jakosti leštěného povrchu.

Typická lázeň pro elektrolytické leštění obsahuje stejné objemy kyseliny sírové koncentrace 96 hm.% a kyseliny ortofosforečné koncentrace 85%. Pracovní podmínky při leštění:

- proudová hustota: 5 A/dm² až 25 A/dm²
- teplota: 40°C až 75°C
- doba: 2 min. až 20 min.
- katody: korozivzdorná ocel, měď, olovo

Firmy specializované na elektrolytické leštění dbají na dodržování požadavků ochrany zdraví a bezpečnosti při práci. Fotografie: Anopol, Birmingham (UK)



Vynášecí vana zachycuje lešticí roztok z předchozí operace. Elektrolyty užívané pro leštění korozivzdorných ocelí je normálně třeba neutralizovat louhem sodným (hydroxidem sodným nebo vápenným mlékem). Přitom vzniká poměrně mnoho sraženiny. Firmy specializované na elektrolytické leštění zaručují splnění požadavků ochrany zdraví a bezpečnosti při práci.

Při oplachových operacích je třeba brát v úvahu, že roztoky užívané pro elektrolytické leštění mají vysokou viskozitu a jsou špatně mísitelné s vodou. Je nutno dávat pozor, aby na leštěných součástech nezasychala kapalina z lešticí lázně, protože zbytky kyselin by při skladování povrch pošpinily nebo poleptaly. Proto je třeba užívat horké oplachy k sušení teprve po důkladném odstranění zbytků elektrolytu.

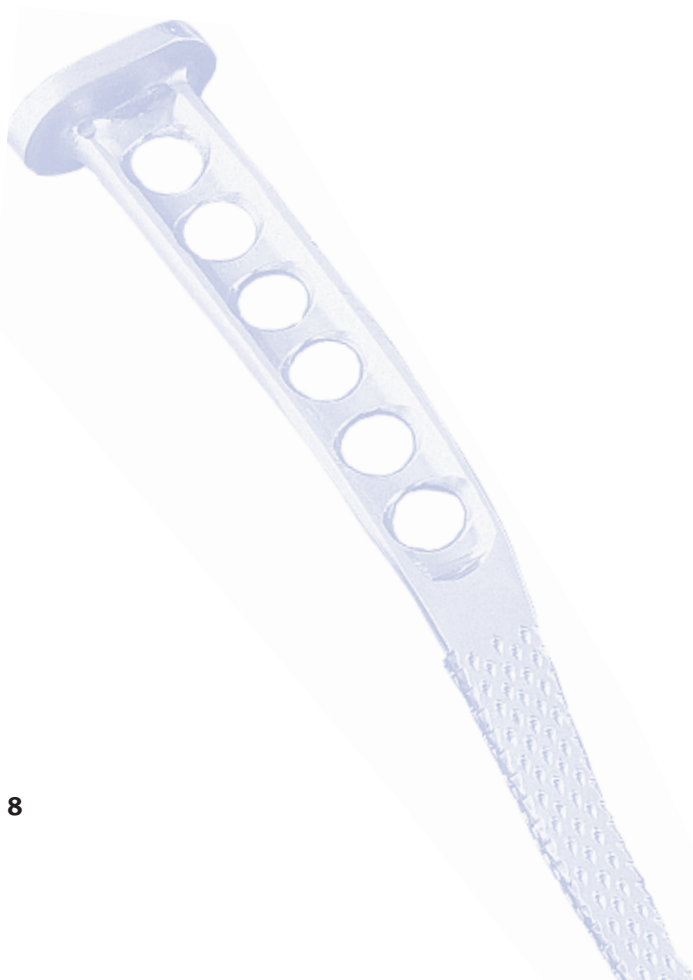
3.3 Dokončovací úprava

Cílem dokončovací úpravy leštěného povrchu kyselinou dusičnou je rozpustit povrchovou vrstvičku obsahující chemické zplodiny elektrochemické reakce, která probíhala při leštění. Tyto zplodiny obsahující hlavně fosforečnany a sírany těžkých kovů se pouhým oplachem vodou jen nesnadno odstraňují. Na jejich důkladném odstranění však závisí stálost povrchu, jeho korozní odolnost a hygienické vlastnosti při následném skladování a používání.

Zbytky roztoků kyseliny dusičné mají vyšší vodorozpustnost než zbytky alkálií, takže je možno je odstranit studenou vodou.

Na vyleštěných součástech ponořovaných do horké vody nesmí zůstat žádné stopy chemikálií, jinak se horká vodní lázeň postupně zanese. Oplachem horkou vodou se též kov natolik ohřeje, aby se součásti mžikovým odparem mohly vysušit ještě před sejmutím ze závěsů.

Některé součásti se po oplachu horkou vodou nevysuší úplně. Pak je někdy třeba nasadit odstředivkovou sušičku, horkovzdušnou komoru nebo jinou sušičku, aby se zbytková vlhkost rychle odpařila a aby se na vyleštěném povrchu nevytvářely skvrny.



4 Elektrolytické leštění v porovnání s jinými povrchovými úpravami

I když vizuálně se mohou elektrolyticky leštěné, mechanicky leštěné a galvanicky pokovené povrchy jevit velmi podobě, zásadně se liší svým použitím.

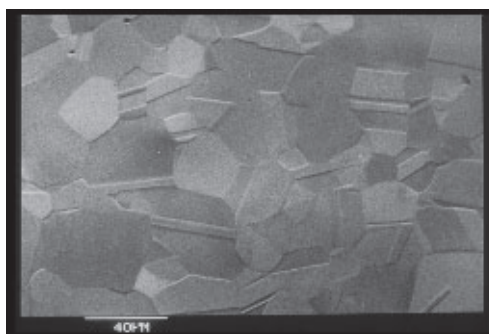
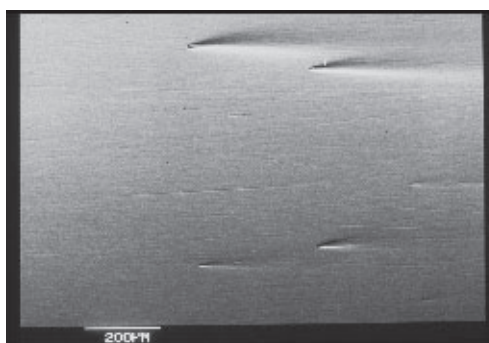
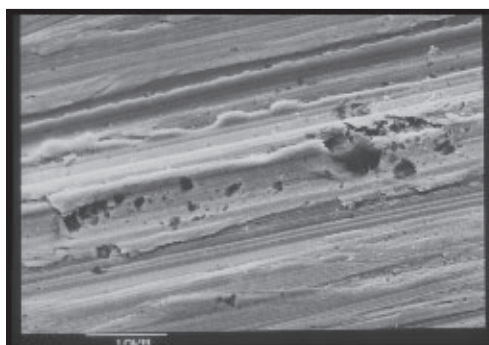
4.1 Mechanické leštění

Korozivzdorné oceli se běžně mechanicky brousí, leští a dolešťují pro dosažení atraktivního zrcadlově lesklého povrchu spotřebního zboží nebo ozdobných architektonických prvků. Mechanické broušení bývá snadná operace proveditelná jak v dílně, tak i na místě stavby³ nebo při opravě.

Je to však pochod, který často do povrchových vrstev vnáší pnutí a tím případně může zhoršit jejich metalurgické vlastnosti, takže broušené součásti pak hůře odolávají působení velmi agresivních prostředí. Mechanické povrchové úpravy také bývají pracné.

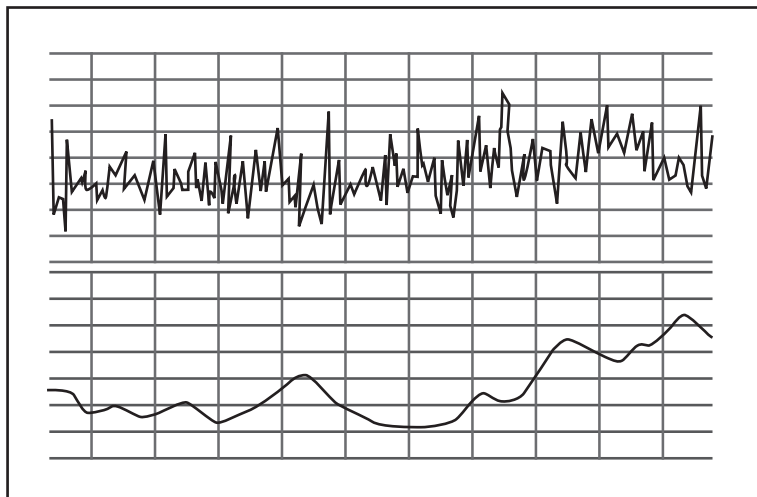
Na mechanicky leštěném kovovém povrchu nacházíme mikroskopické škrábance, deformovaný kov, kovové úlomky a zadřené brusivo. Naproti tomu na elektrolyticky leštěném povrchu se nic takového nevyskytuje. Pozorujeme pouze původní krystalickou strukturu kovu bez jakéhokoliv narušení procesy tváření za studena, které vždy doprovázejí mechanické povrchové úpravy.

Rozdíly mezi elektrolyticky a mechanicky leštěným povrchem často nebývají zřejmé pouhým okem, zvláště pokud obojí leštění bylo dovedeno na stejnou drsnost. Při vysokém zvětšení jsou však již výhody povrchové úpravy elektrolytickým leštěním zcela zřejmé. Při povrchových úpravách využívajících brusiva nebo leštění za součinnosti řezných procesů či přítlaku se povrch vždy deformuje, a to i při použití velmi malých sil.



*Povrch korozivzdorné oceli: mechanicky broušený (nahore), mechanicky leštěný (uprostřed), elektrolyticky leštěný (dole).
Fotografie: Poligrat, Mnichov (D)*

³ srv. VAN HECKE, Benoit, The Mechanical Finishing of Stainless Steel Decorative Surfaces [Mechanické povrchové úpravy dekorativních povrchů korozivzdorných ocelí], Lucemburk, Euro Inox, 2005 (Publikační řada Materiály a jejich použití, sv. 6) – http://www.euro-inox.org/pdf/map/MechanicalFinishing_EN.pdf



*Drsnost povrchu korozi-
vzdorné oceli po mecha-
nickém leštění; nahoře
zrno 400, dole zrno 120
po elektrolytickém leš-
tění. Oba povrchy mají
tutéž hodnotu Ra.
Fotografie: Poligrat,
Mnichov (D)*

Tyto rozdíly zdaleka nejsou pouze topografické. Změny vlastností materiálu vyvolané deformací za studena pronikají do materiálu do značné hloubky pod povrchem. Podobně i částice brusiva se mohou zadírat do povrchu. Deformace za studena, která provází mechanická pnutí zaváděná do materiálu, vede k místnímu zvýšení mechanické pevnosti povrchu.

Elektrolytickým leštěním lze dosáhnout hladkého, bezvadného povrchu použitím optimální proudové hustoty a teploty při vhodné konfiguraci lázní na leštící lince. Technicky je tento pochod nadřazen mechanickému leštění, protože nevyvolává znečištění povrchu žádnými cizími částicemi a elektrolyticky vyleštěný povrch je v pasivním stavu, takže má vysokou korozní odolnost [6].

Elektrolytické leštění je též možno použít na tvarově složité součásti. Fotografie: Packo Surface Treatment, Diksmuide, (B)

4.2 Galvanické pokovování

Povrchy s vysokou optickou odrazivostí je též možno vytvořit pokovením původního povrchu např. uhlíkové oceli niklem nebo chromem nebo oběma těmito kovy. Tyto dodatečně nanesené kovové vrstvy však zřídka bývají bez mikroskopických vad. Navíc se mohou prodřít či odloupnout, čímž se obnaží základní kov, který pak může korodovat [3]. Proto například pochromovaná uhlíková ocel většinou nebývá vhodnou alternativou korozi-
vzdorné oceli s elektrolyticky vyleštěným povrchem.

S galvanicky pokovenými výrobky z korozi-
vzdorných ocelí s vysokým leskem se setkáváme u ozdobných prvků na automobilech. Zde se aplikuje tenká vrstva chromu pro vizuální sladění dílů z korozi-
vzdorné oceli a dílů z pochromované uhlíkové oceli. Korozní odolnost korozi-
vzdorné oceli se tímto pokovením nezvyšuje.



5 Jak specifikovat elektrolyticky leštěné povrchy

Konečné povrchové úpravě různých kovů elektrolytickým leštěním se v mnoha odvětvích dává přednost, protože povrch se zvýrazní, nic na něm neulpívá a neuchycují se na něm nečistoty ani žádné částice – nebo prostě láká svým dekorativním vzhledem. Požaduje-li se esteticky přitažlivý povrch, lze kvalitu elektrolytického leštění obvykle posoudit i vizuálně. Pokud je však nutno zajistit a též pro budoucí posouzení dokumentovat tu nejvyšší jakost povrchu, je nezbytné provést mikroskopické hodnocení.

Například povrch vyleštěný leštícím kotoučem (třeba na superzrcadlový lesk č. 8) může při laickém posouzení vypadat naprosto stejně jako povrch elektrolyticky vyleštěný. Při měření drsnosti mohou oba tyto povrchy vykazovat stejné údaje profilometru (průměrnou drsnost⁴ R_a nebo střední kvadratickou odchylku drsnosti RMS). Avšak na mikrofotografiích těchto povrchů se projeví podstatné rozdíly. Na povrchu elektrolyticky leštěném se neobjeví žádné nerovnosti ani jiné znaky, kdežto na povrchu vyleštěném leštícím kotoučem budou vidět mikroskopické škrábance a zadřené částice brusiva.

Hodnoty drsnosti vlastně nic nevyovídají o tom, jak snadno bude možno elektrolyticky leštěný povrch po použití vyčistit nebo zda bude nešpinivý a nelepivý a nebudou se

na něm tvořit ani zachycovat žádné částice [1]. Požadovaný vzhled – např. lesklý nebo matný povrch – by měl zákazník specifikovat. Obvykle se akceptuje povrch vyleštěný na vysoký lesk, není-li uvedeno jinak. Alternativou je předložit nebo nechat zákazníkem schválit vzorky vykazující požadovanou jakost povrchu nebo rozmezí jakostí. V případě potřeby je možno základní materiál ještě před elektrolytickým leštěním nechat mechanicky vybrousit a vyleštit, aby se dosáhlo požadovaných finálních vlastností povrchu [7].

Je-li to součástí specifikace, musí být povrch výrobku určený pro vyhlazení a pasivaci elektrolytickým leštěním předem zbaven všech vad jako jsou důlky a prohlubně, drsnost, rýhování nebo barevné změny zřetelně viditelné pouhým okem ze vzdálenosti cca 0,5 m [8].

Elektrolytické leštění se nepoužívá pro stabilizované korozivzdorné oceli, např. značek EN 1.4541 nebo 1.4571.

Pozn.: Povrchové vady základního materiálu jako škrábance, porozita nebo vměstky mohou nepříznivě ovlivnit vzhled i funkčnost výrobku.

⁴ R_a je aritmetický průměr hodnot drsnosti naměřených na standardním úseku povrchu.

Údaje, které je třeba zadat firmě provádějící elektrolytické leštění

- Podle které normy se požaduje elektrolytické leštění [8]; značka oceli resp. slitiny určené k leštění; zkušební metoda resp. metody předepsané pro posouzení výrobku.
- Požadovaný vzhled. Případně předložit vzorek, podle kterého se určí nebo vyhodnotí požadovaná kvalita povrchu.
- Určení ploch výrobku, kde je možno umístit elektrický kontakt.
- V objednávce podle potřeby uvést rozměrové tolerance⁵.
- Případné požadavky na odzkoušení pasivace⁶.
- Případný požadavek dodání zkušební zprávy.

6 Typické aplikace

Roury a trubky

V posledních letech se elektrolytické leštění prosadilo jako nejlepší povrchová úprava vnitřních i vnějších povrchů rour a trubek. Elektrolytické leštění je nezbytné všude tam, kde se vyžadují povrchy, které se nešpiní a nezanášejí částicemi ani povlaky

nečistot. Vedle toho je tento způsob leštění prospěšný i z hlediska minimalizace tření a maximalizace čistoty trubek. Výhod elektrolyticky leštěných rour a trubek využívá petrochemie, jaderná technika i výroba polovodičů a farmaceutický, potravinářský a nápojářský průmysl.



Implantáty a chirurgické nástroje jsou ve styku s korozně působícími tělesnými tekutinami a proto se korozní odolnost jejich povrchu optimalizuje elektrolytickým leštěním. Fotografie: Anopol, Birmingham (UK)

Použití v lékařství

Lékařské obory s výhodou elektrolytického leštění využívají již mnoho let. Veškeré nemocniční, lékařské a chirurgické vybavení (skalpely, svorky, pily, jakož i koronární, kostní a kloubní implantáty, protézy atd.) by měly projít elektrolytickým leštěním, aby se snadno daly čistit a udržovaly si nízké úrovně kontaminace. Elektrolytické leštění má prvořadý význam pro kovové součásti vystavené radiaci, které je třeba pravidelně dekontaminovat.

⁵ Z kovového povrchu se elektrolytickým leštěním typicky odebere vrstvička tloušťky 5 až 10 μm . Ovšem úběr při dalším vyhlazování může činit až 50 μm . Úbytky kovu mohou být ještě větší v rozích a na hranách (tj. tam, kde působí vysoké proudové hustoty), pokud se nepoužije ochranných prvků a/nebo pomocných katod.

⁶ Další informace uvádí norma ISO 15730 nebo ASTM B 912.

Výroba polovodičů

Zařízení čistých pracovišť ve výrobě polovodičů musí mít povrchy, na kterých se nechycují a nezadržují nečistoty. Povrchová úprava elektrolytickým leštěním je to nejlepší, co je možno použít pro kovovou výbavu čistého pracoviště, jako stoly, židle, nosné konzoly, soustavy rozvodů plynů a kapalin, nádoby na odpadky, svítidla, na povrchu instalované zásuvky a elektrická vedení, vakuové komory a všechna výrobní i zpracovatelská zařízení.

Výroba léčiv

Stejně jako pro výrobu polovodičů jsou superčistě kovové povrchy nezbytností též pro farmaceutické firmy. Vnitřní povrchy mixérů na farmaceutické směsi, dopravníkových soustav na suché produkty, filtrů, sít, nádob, sušiček, děliček, chladicích hadů, výměníků tepla a dalších důležitých zařízení jsou dnes všechny upravovány elektrolytickým leště-

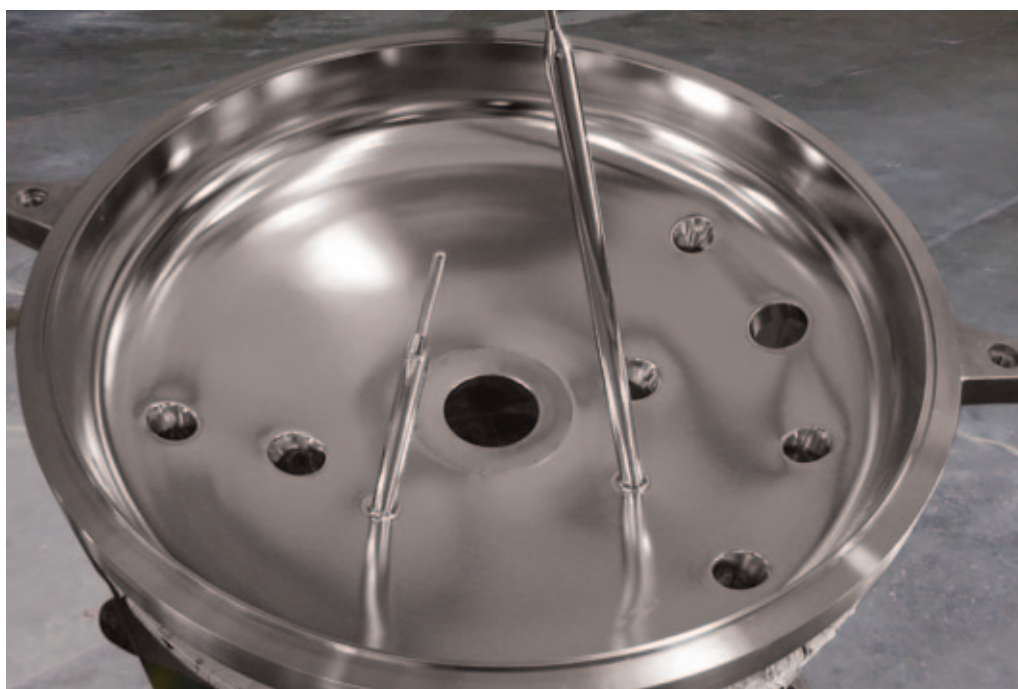


ním. Všude tam, kde je třeba zvládat problémy mikrobiologické nebo jiné kontaminace, je tím nejlepším řešením pro korozivzdorné oceli používané na komponenty farmaceutických výrob elektrolytické leštění.

Povrch, který nezadržává a na kterém nic neulpívá, je klíčovým požadavkem u dávkovačů ve farmaceutickém průmyslu. Fotografie: Centro Inox, Milano / Delmet, Gorgonzola (I).

Průzkum pro zajišťování energetických zdrojů

Nově se elektrolytické leštění uplatňuje v oboru vyhledávání a čerpání energetických zdrojů. Stále se rozšiřují výčty zařízení pro průzkumné vrty, jejichž povrchy se elektrolyticky leští, hlavně pro dosažení maximální pasivace zvyšující odolnost vůči kyselému



Technologické reaktory ve výrobě léčiv se elektrolyticky leští, aby splňovaly ty nejvyšší nároky na hygienu. Fotografie: Centro Inox, Milano (I)

plynu (sulfanu). Kromě toho se tato povrchová úprava na ochranu proti solí prosycenému vzduchu a mořské vodě uplatňuje u mnoha součástí vrtných plošin na moři – potrubí, čerpadel, ventilů, kondenzátorů a termočláňkových pouzder.

Zpracování potravin a nápojů

Elektrolytické leštění dává hladké, snadno čistitelné a kosmeticky uspokojivé povrchy, jaké toto odvětví potřebuje – nehledě na nepřekonatelnou hygienu a nešpinivost. Tato povrchová úprava omezuje oxidaci a znečištění výrobků z korozivzdorných ocelí pro kuchyně, mlékárny a automatické potravinářské linky. Celkově jsou povrchy po elektrolytickém leštění perfektně čisté a maximálně odolné vůči úsadám bakterií a zpracovávaných produktů.

Úprava vody

V úpravnách vody a v destilačních aparátách se využívá elektrolytického leštění pro zvýšení korozní odolnosti součástí z korozivzdorných ocelí a pro omezení kumulace mikrobiologického znečištění v těchto sys-

témech. Mezi běžně elektrolyticky leštěné komponenty úpraveny vody a destilačních přístrojů patří filtry, česle a síta, čerpadla a ventily, kondenzátory a potrubí.

Papírny

Z četných zařízení papíren, pro která se využívá elektrolytického leštění, je možno jmenovat potrubní soustavy pro čerpání papírenské břečky a nátokové skříně.

Veřejná prostranství

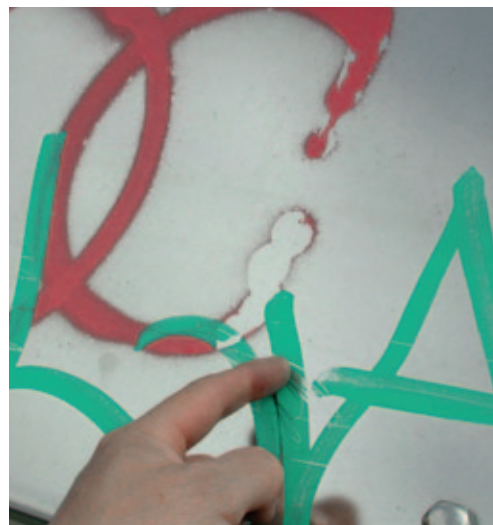
Jelikož elektrolytické leštění minimalizuje mikrodrsnost povrchu a významně snižuje přilnavost nečistot, usnadňuje odstraňování sprejerských výtvarů z povrchu korozivzdorné oceli.

vlevo:

Dvacet let provozu ve stanici metra prokázalo, že spojení mechanického a následného elektrolytického leštění je řešení, které nejlépe vyhovuje z hlediska údržby. Fotografie: Euro Inox, Brusel (B) / Rheinbahn AG, Düsseldorf (D)

vpravo:

Díky elektrolyticky leštěnému povrchu je odstraňování sprejerských výtvarů mnohem snadnější. Fotografie: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)



7 Vysvětlení pojmů

aktivace

ztráta pasivity povrchu

broušení, leštění

odebírání materiálu z povrchu upravované součásti pomocí brusiva, které se nachází v pevném nebo pružném držáku nebo je na něj navázáno; broušení je obvykle první operací předcházející leštění

čištění

odstraňování cizího materiálu z povrchu, např. oxidů, okují, olejů aj.

› kyselé čištění

čištění (viz výše) za použití roztoků kyselin

› alkalické čištění

čištění (viz výše) za použití roztoků alkálií

› anodické čištění

(v USA též nazývané reverzní čištění)

elektrolytické čištění, kde upravovaná součást je anodou elektrochemického článku

› elektrolytické čištění

čištění, při kterém roztokem prochází stejnosměrný proud a upravovaná součást je zapojena jako jedna z elektrod

elektrolytické leštění

vyhlazení kovového povrchu a zvýšení jeho lesku tím, že se zapojí jako anoda ve vhodném roztoku

galvanické/elektrolytické pokovování, elektrolytické vylučování

nanášení přílnavého povlaku kovu nebo slitiny na podklad pomocí elektrolýzy s cílem získat povrch, jehož vlastnosti budou odlišné od vlastností základního kovu

leptání

nerovnoměrné rozpouštění určitých částí kovového povrchu

lesklá povrchová úprava

povrchová úprava zajišťující rovnoměrný, hladký a vysoce odrazivý povrch

leštění, mechanické

vyhlazování kovového povrchu působením částic brusiva uchycených přílnavou hmotou k povrchu kotoučů nebo pásů, které se obvykle pohybují vysokou rychlostí

leštění hlazením s přtlakem

vyhlazování povrchu drhnutím (použitím tlaku) spíše než úběrem povrchové vrstvy

leštění měkkým (např. plstěným, soukenným) kotoučem

vyhlazování povrchu rotujícím kotoučem napájeným tekutou suspenzí, pastou nebo tuhým roubíkem jemného brusiva

POZNÁMKA: Povrch vyleštěný měkkým kotoučem se jeví jako pololesklý až zrcadlově lesklý, bez výrazné liniové struktury

matová povrchová úprava

povrchová úprava bez výrazné rozptylné i zrcadlové odrazivosti

matový povrch

povrchová úprava, jejímž výsledkem je povrch s rovnoměrnou a jemnou texturou bez znatelné zrcadlové odrazivosti

měřicí plocha

plocha povrchu, na které se zkoumá splnění určitého požadavku resp. určitých požadavků

moření

odstraňování oxidů nebo jiných sloučenin z kovového povrchu, chemicky nebo elektrochemicky

I rozměrné díly jako polymerizační reaktory je možno elektrolyticky leštit.

Fotografie: Poligrat, Mnichov (D)



odmašťování

odstraňování mazacích tuků nebo olejů z povrchu

odstraňování ostřin (otřepů)

mechanické, chemické nebo elektrochemické odstraňování ostrých hran, hrotů a výronků

okuje

přílnavé oxidické povlaky tlustší než běžná povrchová vrstva též známá jako zašlý lesk či matování

pasivace

převádění povrchu kovu nebo galvanického povlaku do pasivního stavu

plynování

vývin plynů na elektrodě/elektrodách při elektrolýze

pomocná katoda

katoda umístěná tak, aby na sebe vážala část proudu procházejícího od některých částí upravovaného výrobku, kde by jinak byla proudová hustota příliš vysoká

povrchová úprava

vzhled povlaku nebo základního kovu (srv. lesklá a matová povrchová úprava, matový povrch, saténový povrch)

povrchová úprava

úprava, jejímž cílem je změna stavu povrchu

proudová hustota

poměr intenzity proudu působícího na povrch elektrody k ploše jejího povrchu

POZNÁMKA: Proudová hustota se často vyjadřuje v ampérech na čtvereční decimetr (A/dm^2)

roztok elektrolytu

elektrolyt

vodivé medium, ve kterém je průchod elektrického proudu doprovázen přesunem hmoty; nejčastěji jde o vodný roztok kyselin, zásad nebo rozpuštěných solí kovu, kterým se má pokovovat

výnos

kapalina vynášená z roztoku na předmětech z roztoku vyjímaných

zanášení

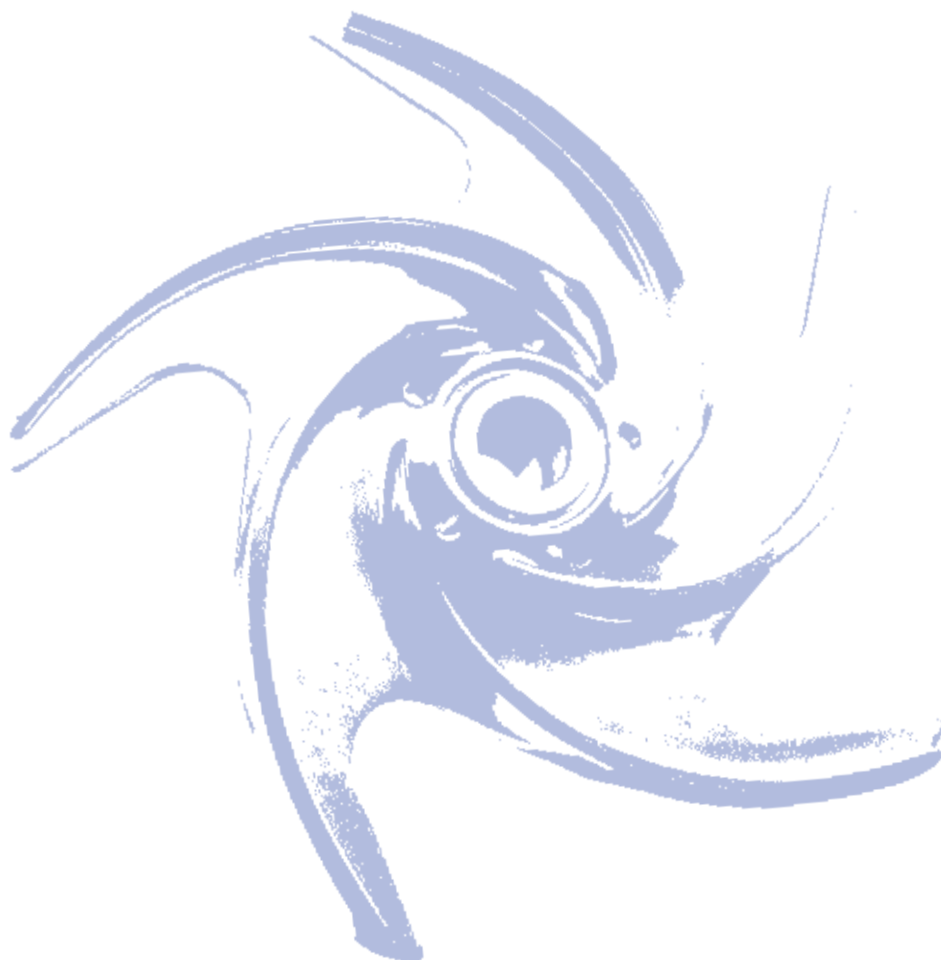
zanášení roztoku vnášením látek ulpívajících na předmětech do roztoku ponořovaných

zavěs

rám pro zavěšení zboží (upravovaných součástí) a pro přenos elektrického proudu na ně při elektrolytickém leštění a galvanickém pokovování

8 Literatura

- [1] www.delstar.com, "Electropolishing, A User's Guide to Applications, Quality Standards and Specifications" [Elektrolytické leštění, Uživatelský návod pro aplikace, jakostní standardy a specifikaci], 2003
- [2] <http://www.kepcoinc.com/?page=serviceselectropolishing>, Kalamazoo Electropolishing Company, "What is Electropolishing?" [Co je to elektrolytické leštění]
- [3] <http://www.abccorporate.com>, Allegheny Surface Technology, "Electropolishing" [Elektrolytické leštění]
- [4] http://www.ableelectropolishing.com/electropolishing_workbook.pdf, Able Electropolishing, "Looking for Solutions to Metal Surface Problems?" [Hledáte řešení problémů povrchových úprav kovů?]
- [5] http://www.electropolish.com/pubs/process_steps.pdf, "The MCP System of Electropolishing, General Process Steps" [Elektrolytické leštění soustavy MCP, Všeobecný postup zpracování]
- [6] MOHAN, S., KANAGARAJ, D., VIJAYALAKSHMI, S., RENGANATHAN, N. G., "Electropolishing of Stainless Steel – a Review" [Elektrolytické leštění korozivzdorných ocelí – přehledová práce], Trans IMF 79, No.4, 2001
- [7] ASTM B 912-02 Standard Specification for Passivation of Stainless Steels Using Electropolishing [Standardní specifikace pro pasivaci korozivzdorných ocelí elektrolytickým leštěním]
- [8] ISO 15730: 2000 Metallic and other inorganic coatings – Electropolishing as a means of smoothing and passivating stainless steel [Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolytické leštění jako způsob vyhlazování a pasivace korozivzdorných ocelí]



ISBN 978-2-87997-319-7