

Rozsdamentes acélok elektropolírozása



Euro Inox

Az Euro Inox a rozsdamentes acélokra specializálódott piacfejlesztési szövetség. Az Euro Inox tagjai között található:

- európai rozsdamentesacél-gyártók
- nemzeti rozsdamentesacél-fejlesztői szövetségek
- az ötvözőanyagok iparágának fejlesztői szövetségei.

Az Euro Inox elsődleges célja a figyelem felkeltése a rozsdamentes acélok különleges tulajdonságai iránt, és az alkalmazásuk elősegítése a már bevált alkalmazásokban és az új piacokon. E célok eléréséhez az Euro Inox konferenciákat és szemináriumokat szervez, és útmutatókat ad ki nyomtatott és elektronikus formában annak támogatására, hogy a tervezők, szabványosítók, gyártók és végfelhasználók jobban megismerhessék ezt az anyagot. Az Euro Inox támogatja a műszaki és piaci kutatásokat is.

ISBN 978-2-87997-046-2

978-2-87997-310-4	Angol nyelvű kiadás
978-2-87997-311-1	Német nyelvű kiadás
978-2-87997-312-8	Finn nyelvű kiadás
978-2-87997-313-5	Francia nyelvű kiadás
978-2-87997-314-2	Olasz nyelvű változat
978-2-87997-315-9	Holland nyelvű kiadás
978-2-87997-316-6	Lengyel nyelvű kiadás
978-2-87997-317-3	Spanyol nyelvű kiadás
978-2-87997-318-0	Svéd nyelvű kiadás
978-2-87997-319-7	Cseh nyelvű kiadás
978-2-87997-320-3	Török nyelvű kiadás

Teljes jogú tagok

Acerinox
www.acerinox.com

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

Társult tagok

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

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

Rozsdamentes acélok elektropolírozása
 Első kiadás, 2009
 (Anyagok és alkalmazások sorozat, 11. kötet)
 © Euro Inox 2012

Kiadó

Euro Inox
 Diamant Building, Bd. A. Reyers 80
 1030 Brüsszel, Belgium
 Tel.: +32 2 706 82 67
 Fax: +32 2 706 82 69
 E-mail: info@euro-inox.org
 Internet: www.euro-inox.org

Szerző

Alenka Kosmač, Brüsszel (B)

Köszönetnyilvánítás

Az Euro Inox köszönettel tartozik Siegfried Pieslinger úrnak (Schweiger, Poligrat, Németország) és John Swain úrnak (Egyesült Királyság) a hozzájárulásukért és a kiadványtervezet kritikai véleményezéséért.

Fotók

Borító fotó: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)

A felelősség korlátozása

Az Euro Inox mindent megtett azért, hogy a kiadványban közzétett információk műszakilag helyesek legyenek. Fontos azonban felhívni a figyelmet, hogy az itt közölt információk csak tájékoztatási célt szolgálnak. Az Euro Inox és a tagjai semmilyen felelősséget vagy kötelezettséget nem vállalnak a dokumentumban található információk használatából eredő veszteségekért, károkért vagy esetleges sérülésekért.

Tartalom

1. Bevezetés	2
2. Alapelvek	4
3. Az eljárás	6
3.1 A fémfelület előkészítése	7
3.2 Elektropolírozás	7
3.3 Utókezelés	8
4. Az elektropolírozás és más felületkezelési technológiák összehasonlítása	9
4.1 Mechanikai polírozás	9
4.2 Galvanizálás	10
5. Az elektropolírozott felületek meghatározása	11
6. Tipikus alkalmazások	12
7. Szakkifejezések magyarázata	15
8. Hivatkozások	17

Megjegyzés a szerzői jogokról

Ez a kiadvány szerzői jogi védelem alatt áll. Az Euro Inox fenntartja a jogot a kiadvány bármilyen nyelvre történő fordítására, újranyomására, az illusztrációk felhasználására, idézetek alkalmazására és az információk sugárzására vonatkozóan. A kiadvány részben és egészben sem reprodukálható, tárolható adattároló rendszerben, vagy továbbítható semmilyen formában elektronikus, mechanikus, fénymásolási, rögzítési vagy egyéb eljárással a szerzői jog tulajdonosának, az Euro Inox, Luxemburg cégnek az előzetes írásbeli engedélye nélkül. A jogsértéseket bírósági úton rendezzük, amely anyagi kártérítést vonhat maga után a szerzői jogok megsértése, a díjak, és költségek erejéig, és a jogsértések a luxemburgi szerzői jogi törvények és az európai uniós jogszabályok hatálya alá esnek.

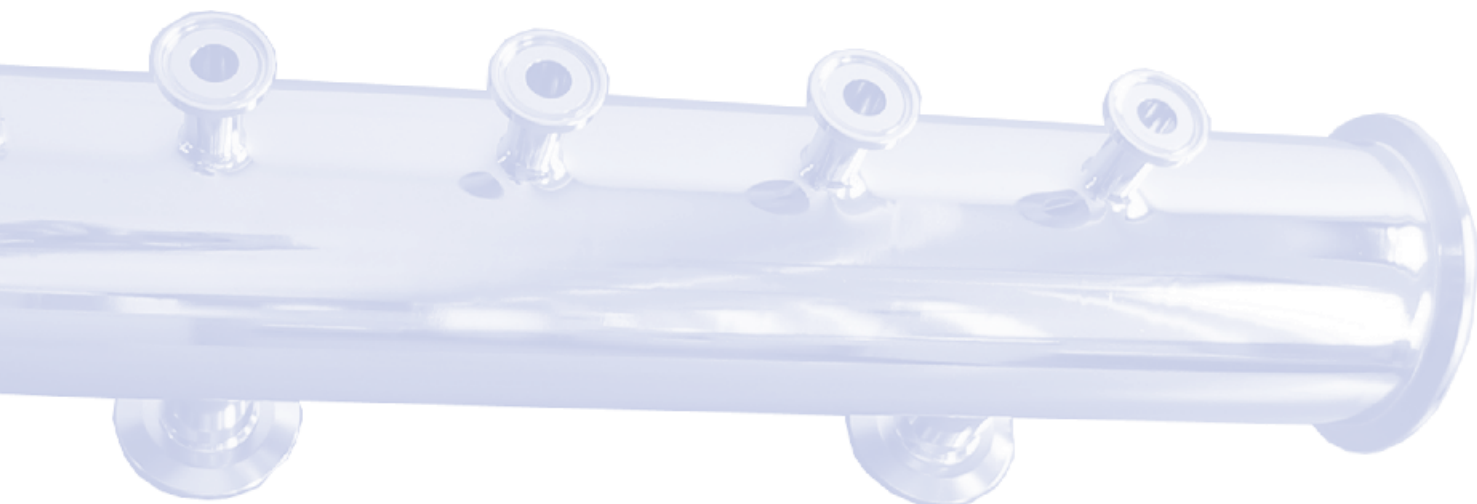
1 Bevezetés

Az elektropolírozás egy vegyi felületkezelési eljárás (lásd a keretezett részt), amelynek során fémet távolítunk el iononként, elektrolitikusan a fémtárgy felületéről [1]. Az elsődleges cél a mikroérdesség minimalizálása, és ezzel a szennyeződések vagy termékmaradványok feltapadásának erőteljes csökkentése, valamint a felületek tisztíthatóságának javítása. Az elektropolírozást használják sorjátlanításra, fényesítésre és passziválásra is.

Az eljárás sértetlen, fémtiszta felületet ad eredményül. A mechanikai felületkezelés nem kívánt hatásai – mechanikai és hőterhelés, szemcsék beágyazódása és a felület érdesedése – ezzel elkerülhetők vagy visszafordíthatók. Az adott rozsdamentes acél saját korrózióállósága így

teljes mértékben kihasználható. A fentiek miatt az elektropolírozás a rozsdamentes acélok elterjedt kezelési eljárásává vált olyan iparágakban, ahol a korrózióállósági és tisztíthatósági követelmények különösen jelentősek. Tipikus alkalmazások találhatóak a gyógyszeriparban, a biokémiai és az élelmiszerfeldolgozó iparágakban.

Mivel az elektropolírozás nem jár mechanikai, termikus vagy vegyi hatásokkal, segítségével kisméretű, sérülékeny alkatrészek is kezelhetők. Az elektropolírozás szinte bármilyen alakú vagy méretű alkatrész esetén alkalmazható.



Vegyí felületkezelési eljárások: mikor, mihez és miért alkalmazhatók

A vegyi felületkezelési eljárásoknak többféle típusa ismert. Bár ezek mind hozzájárulnak a fémtiszta felület előállításához és egymást átfedő hatásaik is vannak, alapvetően eltérő célokra alkalmazzák őket:

Pácolás

A pácolással eltávolíthatók az oxidok, különösen a hegesztés okozta futtatási színek és más elszíneződések vagy a korróziótermékek. Az eljárás fémtiszta felületet ad eredményül, amely biztosítja a feltételeket a rozsdamentes acél passzíválódási mechanizmusának működéséhez. A tipikusan alkalmazott pácolószerek fő alkotója a salétromsav és a folyosav. A kezelési idő az oldat hőmérsékletétől és a szennyeződés fokától függ.

Passzíválás

A rozsdamentes acél passzíválódása általában önmagától végbemegy a levegőből vagy vízből származó oxigén jelenlétében. Azonban néhány napba is beletelhet, amíg a passzív réteg eléri a teljes vastagságát. A vegyi passzíválási eljárás felgyorsítja a

passzív réteg kialakulását, és biztosítja, hogy az gyorsan elérje teljes szilárdságát ellenőrzött körülmények között. A passzíválást hígított salétromsavban végzik, a kezelési idő 15 perctől és 1 óráig terjed.

Dekontaminálás vagy savas tisztítás

Ez az eljárás eltávolítja a vastartalmú szemcséket, amelyek a rozsdamentes acél felületén hagyva korrodálódhatnak. Például olyankor alkalmazzák, ha a rozsdamentes acél alkatrész vastartalmú szennyeződésnek volt kitéve (köszörlésemből származó por, rozsdarészecskék szénacélon végzett munkából, szerszámkopásból származó részecskék stb.).¹

Elektropolírozás

Az elektropolírozást tiszta fémfelületen végzik a mikroérdesség csökkentésére és más, a jelen kiadványban leírt, kívánatos hatások eléréséhez. Az eljárás az elektrolízis alapelvén működik, villamos áram és elektrolit, legtöbbször kénsav és ortofoszforsav oldatának használatával. A kezelési idő általában 2 és 20 perc közé esik.

¹ Lásd: CROOKES, Roger: Rozsdamentes acélok pácolása és passzíválása, Luxembourg: Euro Inox, második kiadás, 2007 (Anyagok és alkalmazások sorozat, 4. kötet) – http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating_Pickling_HU.pdf

2 Alapelvek

Az elektropolírozásnál úgy történik az anyageltávolítás, hogy villamos áramot vezetünk a speciális összetételű elektrolitba merített munkadarabon keresztül. Az eljárás lényegében a galvanizálás inverz folyamata. A galvanizálásnál fémionok kerülnek az oldatból a munkadarabra. Az elektropolírozásnál a munkadarabról történik anyagleválasztás, és fémionok kerülnek az oldatba.

A tipikus elektropolírozó berendezés megjelenésében hasonlít egy galvanizáló gépsorra. Egy tápegység a váltóáramot kiefeszültségű egyenárammá alakítja. Az elektrolitot műanyagból készült vagy ólombetétes tartály tárolja. A fürdőbe ólomból, rézből vagy rozsdamentes acélból készült katódlemezek merülnek, amelyek a tápegység negatív (-) pólusához csatlakoznak. Az alkatrészt vagy alkatrészeket titánból, rézből vagy bronzból készült függesztőre helyezik. A függesztőt a tápegység pozitív (+) pólusához csatlakoztatják.

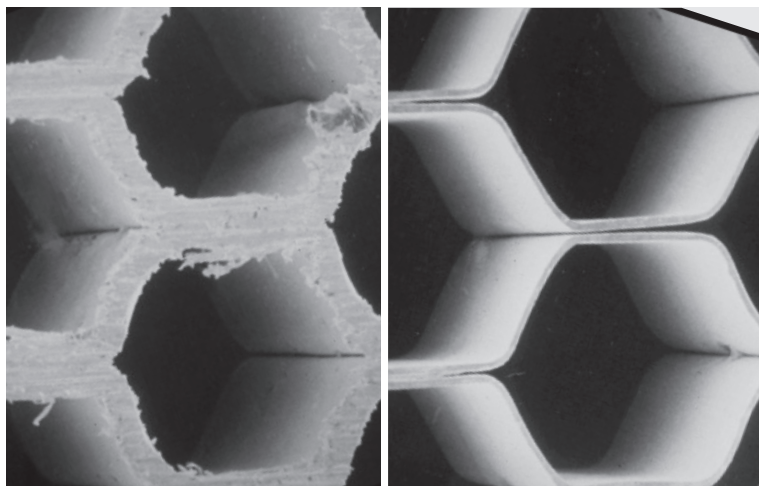
A munkadarab tehát a pozitív pólushoz (anódhoz) csatlakozik, míg a negatív pólust

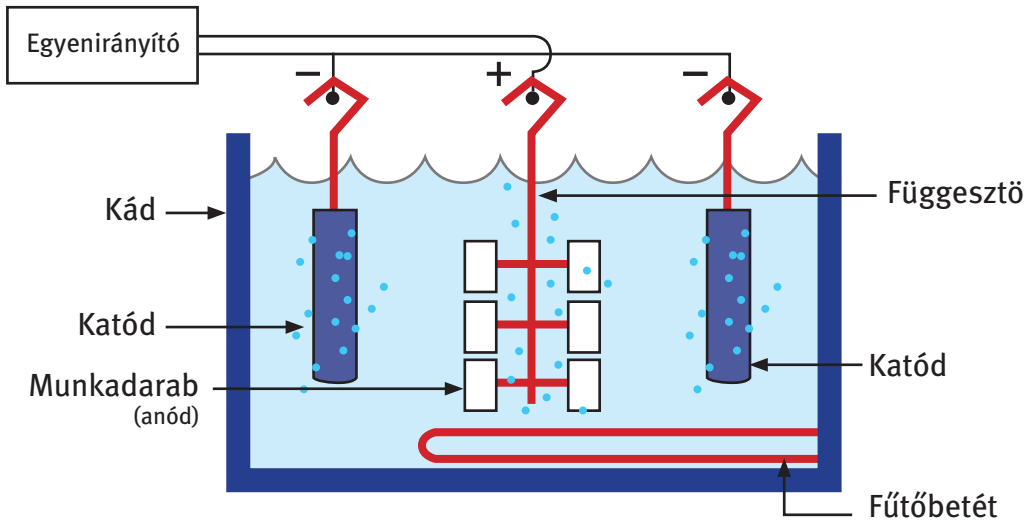
(a katódot) egy vezető ellenelektródhoz csatlakoztatják. A pozitív és a negatív pólust is belemerítik az elektrolitba, létrehozva ezzel az áramkört. Az alkalmazott áram egyenáram (DC).

Amint a mellékelt ábrán látható, a fémalkatrész pozitív töltésű (anód), és az elektrolitba merül. Az áramkör zárásakor az elektrolit "szerszámként" működik, amely vezetőként lehetővé teszi a fémionok eltávolítását az alkatrészről. Miközben az ionok a katód felé vándorolnak, az oldott fém nagy része az oldatban marad. Az ionok egy része iszap formájában lerakódik a katódra, ezért rendszeres tisztításra van szükség a hatékony működéshez. A fémfelület közelében gázképződés megy végbe oxigént termelve és segítve az elektrolitikus folyamatot.

A munkadarabról leválasztott fém mennyisége arányos az átfolyó árammal, az elektrolit hatásfokával és a kezelési idővel. Az elektropolírozás során a sorjákon és más kiálló részekben igen nagy áramsűrűség lép fel, és ez erodálja az adott részt. A munkadarabra vonatkozó folyamatparamétereket úgy kell beállítani, hogy a leválasztott fém mennyisége ellenőrzés alatt maradjon, és így a mérettűrések megtarthatók legyenek.

Az elektropolírozás hatékony módja a sorjátlanításnak, még olyan alkatrészek esetében is, amelyeket mechanikusan nehéz lenne kezelni. Fotó: Poligrat, München (D)



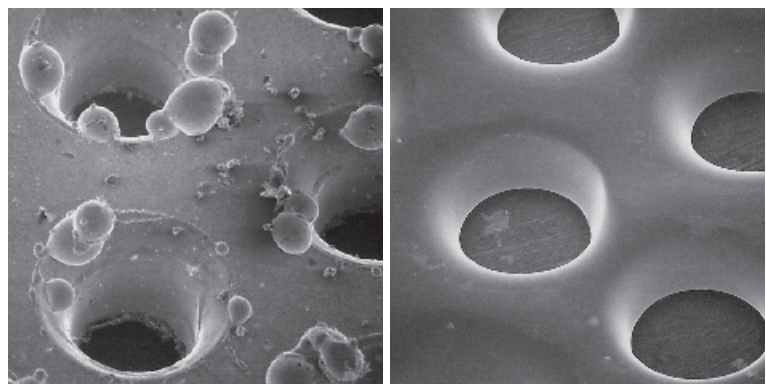


A munkadarab az elektrokémiai folyamat anódja, így anyageltávolítás történik a felületről [3]

Rozsdamentes acél esetében az ötvözet alkotóelemeinek eltérő sebességű eltávolítása fontos hatással jár együtt. A vas- és nikkelatomok könnyebben távolíthatók el a kristályrácsból, mint a krómatomok. Az elektropolírozás ezért elsősorban a nikkel és a vasat választja le, a felület pedig ezáltal krómban gazdag lesz. Ez a jelenség felgyorsítja és javítja az elektropolírozott felületek passziválását [2].

Gyakran meglepőnek tartják, hogy az elektropolírozás alakváltozás-mentes eljárás. Az elektropolírozott alkatrészek nincsenek kitéve sem mechanikai vagy hőterhelésnek, sem ütközésnek vagy kopásnak [4].

Az eredmények nagy pontossággal reprodukálhatók, így szoros tűrésű alkatrészek is biztonságosan kezelhetők².



Az elektropolírozás előtt és után a felületről készített mikroszkopi felvételek azt mutatják, hogy az eljárással fémtisztá felület állítható elő. Fotó: Poligrat, München (D)

² Megfelelő folyamatvezérlés és eljárások esetén nincsenek biztonsági kockázatok, ha hozzáértő elektropolírozó vállalkozást bíznak meg, amely biztosítja a megfelelő szellőzést a folyamat során. Az ilyen vállalkozások jóváhagyott, biztonságos módon távolítják el a hulladékokat, beleértve az elhasznált savakat is.

3 Az eljárás

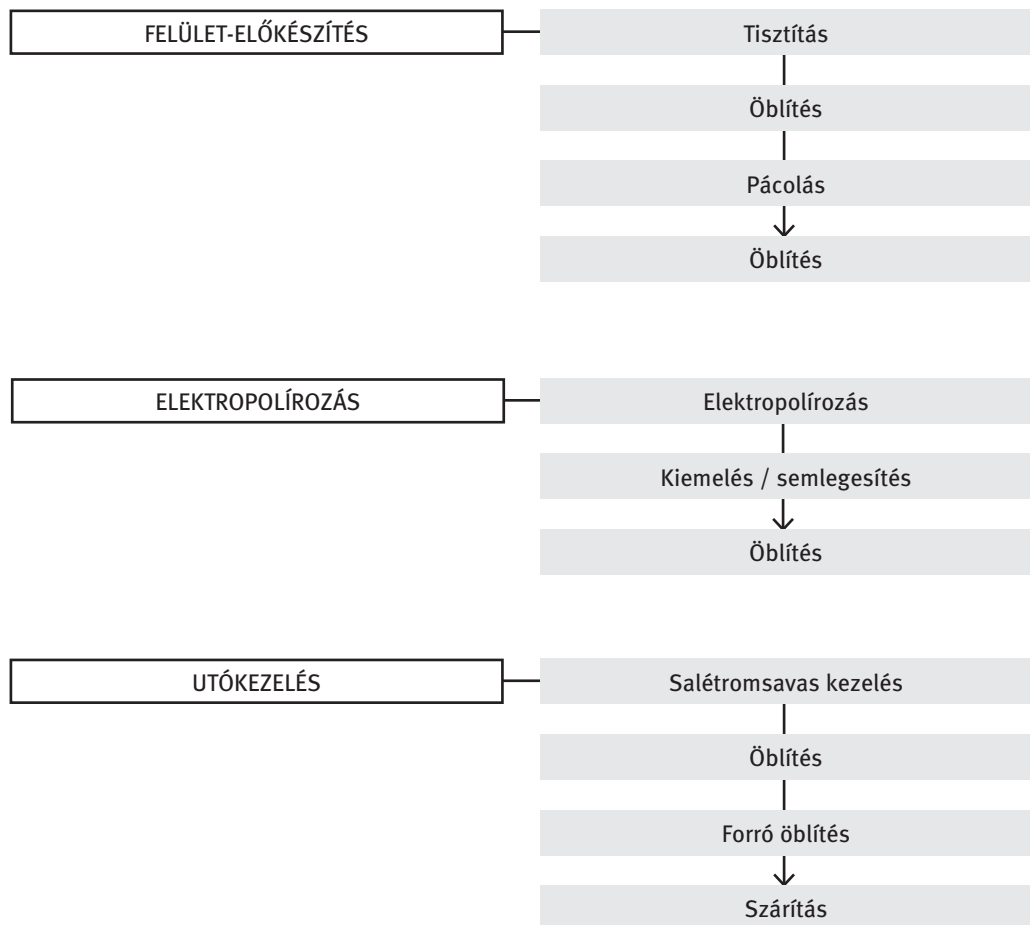
A jó minőségű elektropolírozott felület létrehozásához a legtöbb rozsdamentes acélon három fő műveletet kell elvégezni [5]:

- Felület-előkészítés: olaj, zsír, oxidok és más szennyeződések eltávolítása, amelyek zavarhatnák az elektropolírozás egyenletességét.
- Elektropolírozás: a fém simítása, fényesítése és/vagy sorjátlanítása.

- Utókezelés: az elektrolitmaradék és az elektropolírozási reakció melléktermékeinek eltávolítása és a fém megszáritása a rozsdafoltos elszíneződés elkerülésére.

A fenti fő műveletek során több tartályra is szükség lehet a kívánt eredmény eléréséhez.

A következő ábrán a tipikus folyamatábra látható:



3.1 A fémfelület előkészítése

A fémfelület előkészítése két lépésből áll: lúgos vagy oldószeres tisztítás/zsírtalanítás, utána pácolás, ahol (hegesztés miatt) oxidréteg van jelen.

A lúgos vagy oldószeres tisztítás célja az olaj, zsír, műhelyszennyeződések, ujjlenyomatok vagy hasonló olyan filmrétegek eltávolítása, amelyek a gyártás után kerültek az alkatrészre. Az alkatrészek felületi szennyeződése az elektropolírozás során ronthatja az eredményül kapott felületi minőséget, amely különösen fontos olyan kritikus alkalmazásoknál, mint a gyógyszeripar vagy a félvezetőgyártás. Mivel a tisztaság a fémek felületkezelési eljárásainak alapvető tényezője, az alkatrészekhez a tisztítóból való kivételük után nem szabad szükségtelenül hozzáérni, illetve azok nem érhetnek hozzá a berendezés más részeihez sem. A selejtes alkatrészek gyakori oka a helytelen vagy elégtelen tisztítás.

Az öblítőtartályok két fontos rendeltetése: az előző műveletből visszamaradt vegyi lerakódások eltávolítása oldással, valamint átmeneti tárolóként szolgálnak a következő művelet előtt.

A savas revétlenítés / pácolás eltávolítja a megelőző folyamatokból (mint például a vágás) származó enyhe oxidokat, valamint eltünteti a tisztításból eredő lúgos felületi filmet.

A savas revétlenítést követő öblítés működési elve lényegében megegyezik a lúgos tisztítást követő öblítésével. A fő különb-

ség, hogy mivel a savas oldatokat sokkal könnyebb öblítéssel eltávolítani, mint a lúgos maradványokat, gyakran kisebb áramlási sebességek és/vagy rövidebb öblítési idők alkalmazhatók.

3.2 Elektropolírozás

Az elektropolírozás során fém válik le az anódról, és az oldatban fémsót alkot. A rozsdamentes acél minden összetevője – vas, króm és nikkel – egyszerre részese ennek a folyamatnak, amely egyenletesen simított felületet hoz létre. Néhány mellékreakció is végbemegy, olyan melléktermékeket hozva létre, amelyeket korlátok között kell tartani az elektropolírozás lehető legnagyobb hatékonyságának biztosításához.

A tipikus elektropolírozóoldat egyenlő térfogatú, 96 tömeg%-os kénsavból és 85 tömeg%-os ortofoszforsavból áll. Az üzemi feltételek a következők:

- áramsűrűség: 5–25 A/dm²
- hőmérséklet: 40–75°C
- idő: 2–20 perc
- katódok: rozsdamentes acél, réz, ólom.

Az elektropolírozó szakcégek biztosítják, hogy az egészségügyi és biztonsági követelmények be legyenek tartva. Fotó: Anopol, Birmingham (UK)



A gyűjtőtartály az előző műveletből származó elektropolírozóoldatot gyűjti össze. A rozsdamentes acél elektrolitjai általában marónátronos (nátrium-hidroxidos) vagy mésztejes semlegesítést igényelnek, és viszonylag nagy mennyiségű csapadékot képeznek. A elektropolírozó szakcégek betartják a környezetvédelmi, egészségvédelmi és munkavédelmi követelményeket.

Az öblítés során figyelembe kell venni, hogy az elektropolírozóoldatok viszkózusak, és nem keverhetők közvetlenül vízzel. Gondoskodni kell arról, hogy az elektropolírozóoldat ne száradhasson rá az alkatrészekre, mert a savmaradék elszíneződést vagy bemaródást okozhat a tárolás során. Ezért a szárítási célból használt forró öblítést csak akkor szabad alkalmazni, ha az elektrolitmaradékot már teljes egészében eltávolították.

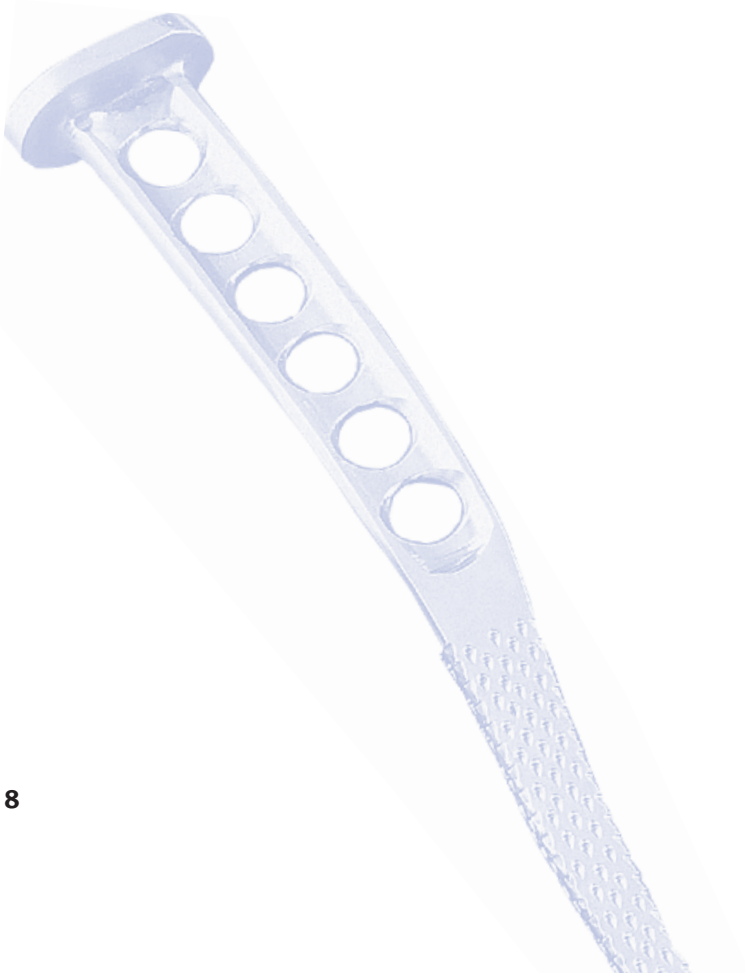
3.3 Utókezelés

A salétromsavas utókezelésre az elektropolírozás után azért van szükség, hogy eltávolíthatók legyenek azok a vegyi melléktermékek, amelyek az elektrokémiai reakciók során jönnek létre. Ezek a melléktermékek, amelyek főleg nehézfémek foszfátjaiból és szulfátjaiból állnak, nehezen távolíthatók el tisztán vízzel való öblítéssel. Azonban a gondos eltávolítás igen fontos azért, hogy a felület konzisztens, korrózióálló és higiénikus maradjon a későbbi tárolás és használat során.

A salétromsavoldatok maradékai hideg vízzel lemoshatók, mivel ezek a lúgos maradékoknál jobban oldhatók vízben.

Az alkatrészeken nem lehet vegyi anyag, amikor forró vízbe kerülnek, mert a forró víz fokozatosan szennyeződni fog. A forró vizes öblítés célja az is, hogy a fém hőmérsékletét eléggé megemelje ahhoz, hogy az villámgyorsan megszáradjon a függesztőről való levétel előtt.

Egyes alkatrésztípusok nem száradnak meg teljesen a forró vizes öblítés után. Centrifugálszáritókra, fűtött légkamrákra vagy más szárítóeszközökre lehet szükség a maradék nedvesség elpárologtatásához és a munkadarab rozsdafoltos elszíneződésének megakadályozásához.



4 Az elektropolírozás és más felületkezelési technológiák összehasonlítása

Bár az elektropolírozott, mechanikusan polírozott és galvanizált alkatrészek vizuális megjelenése igen hasonló lehet, az eljárások alkalmazási területei jelentősen eltérőek.

4.1 Mechanikai polírozás

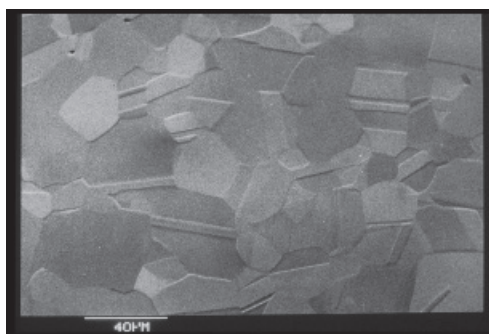
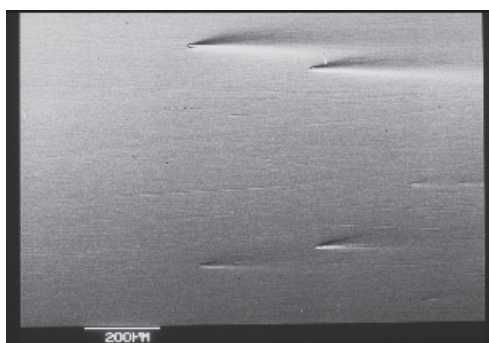
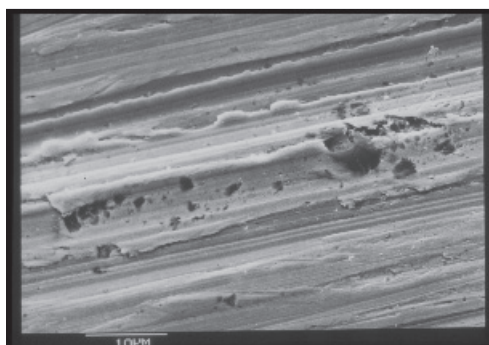
A rozsdamentes acél mechanikai csiszolását, polírozását és fényesítését gyakran használják tükörfényes felület előállítására fogyasztói termékeknél és dekoratív építészeti elemeknél. A mechanikai polírozási műveletek könnyen elvégezhetők műhelyben vagy a helyszínen³, illetve a javítás során.

Az eljárások azonban feszültségeket okozhatnak a felületi rétegben, amelynek eredményeképpen az anyag metallurgiai jellemzői romolhatnak, és kevésbé alkalmasá tehetik az anyagot a különösen nagy környezeti igénybevételek elviselésére. A mechanikai kezelés túlzottan munkaigé-nyes is lehet.

A mechanikusan polírozott felület mikroszkopikus karcolásokat, elszíneződéseket, fémszemcséket és beágyazódott dörzsanyagokat tartalmazhat. Ezzel ellentétben az elektropolírozás teljesen mentes ezektől, és feltárja a fém eredeti kristályszerkezetét mindazon felületi alakváltozások nélkül, amelyek mindig együtt járnak a fémes anyagok mechanikai felületkezelésével.

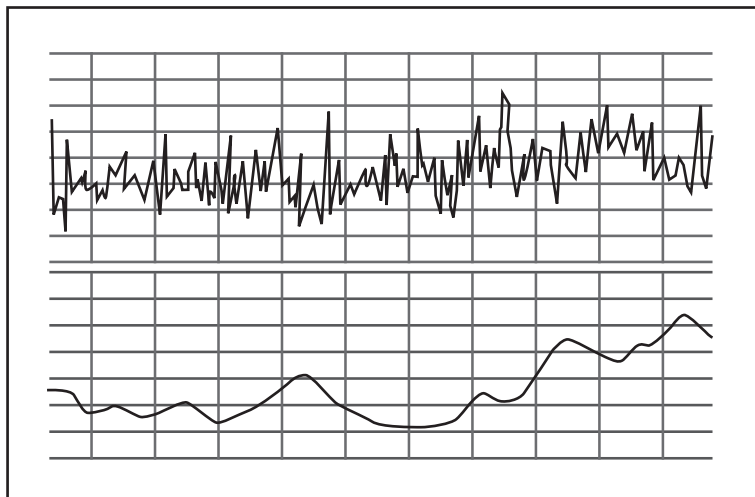
Az elektropolírozott és a mechanikusan kezelt alkatrészek közötti különbség nem

mindig fedezhető fel azonnal vizuálisan, különösen, ha azonos érdességűre polírozták őket. Az elektropolírozás által létrehozott felületi minőség előnyei akkor válnak láthatóvá, ha erős nagyítás alatt nézzük a felületet. A csiszolóanyagokat használó vagy más vágási, csiszolási eljárások mindig deformálják a fémfelületet, függetlenül az elvégzett művelet nagyságától.



Rozsdamentes acél felülete: mechanikusan csiszolt (fent), mechanikusan polírozott (középen), elektropolírozott (lent)
Fotók: Poligrat, München (D)

³ Lásd VAN HECKE, Benoit, The Mechanical Finishing of Stainless Steel Decorative Surfaces, Luxembourg: Euro Inox, 2005 (Anyagok és alkalmazások sorozat, 6. kötet) – http://www.euro-inox.org/pdf/map/MechanicalFinishing_EN.pdf



Rozsdamentes acél felületi érdessége, mechanikusan polírozva; 400-as szemcsefinomságú pasztával (fent), 120-as szemcsefinomságú pasztával, majd elektropolírozva (lent). Mindkét felületnek azonos az R_a értéke.
Fotó: Poligrat, München (D)

Az eltérések nemcsak egyszerűen topográfiaiak. A hidegalakítás hatására bekövetkező anyagjellemző-változások mélyen behatolnak a felület alá, az anyag szerkezetébe. A csiszolóanyagok pedig beágyazódhatnak a felületbe. A felület mechanikai szilárdságát lokálisan növeli a hidegalakítás, amely a mechanikai feszültség velejárója.

Az elektropolírozással sima és hibamentes felület érhető el az optimális áramsűrűség, hőmérséklet és elektrolit-összetétel megválasztásával. Az eljárás technikailag magasabb színvonalú, mint a mechanikai polírozás, mert nem szennyezi a felületet idegen anyagokkal, és az elektropolírozással előállított felület passzív és korrózióálló [6].

Az elektropolírozás összetett alakú alkatrészekre is alkalmazható. Fotó: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)

4.2 Galvanizálás

Jó minőségű tükrös felületek előállíthatók nikkel- és/vagy krómréteg felvitelével más anyagokra, például szénacélra. Azonban ezek a külön eljárással felvitt fémrétegek mikroszkopikus szinten ritkán hibátlanok. Ezenkívül lekophatnak vagy leválhatnak, és szabaddá tehetik az eredeti anyagot, amely ezután korrodálódhat [3]. A krómbevonatú szénacél például általában ezért nem alkalmazható az elektropolírozott rozsdamentes acél helyett.

A galvanizált, fényes rozsdamentes acélok megtalálhatók az autókarosszériák anyagai között is. Ezeknél a krómbevonatot a rozsdamentes acél azért kapja, hogy megjelenésében illeszkedjen a krómbevonatú szénacél alkatrészekhez. Ez a bevonat nem befolyásolja a rozsdamentes acél korrózióállóságát.



5 Az elektropolírozott felületek meghatározása

Az elektropolírozást sok iparágban előszeretettel alkalmazzák különböző fémalkatrészekre felületjavító, szennyeződésmentes, csiszolószemcse-mentes és tapadásmentes jellemzői miatt, valamint egyszerűen dekoratív célokra. Ha a cél az esztétikailag kifogástalan felület, az elektropolírozás minősége vizuális ellenőrzéssel is megállapítható. A felület mikroszkópos elemzése szükséges azonban ott, ahol a legkiválóbb minőségű felületre van szükség, és ahol feltétlenül fontos, hogy a felület állapotát a jövőbeni értékelés számára dokumentálják.

Például egy mechanikusan polírozott felület (mint az ASTM A480 szabvány szerinti #8 fokozatú, szupertükrös felület) a gyakorlatlan szem számára pontosan ugyanúgy nézhet ki, mint egy elektropolírozott felület. Az érdességmérés során azonos felületi érdességet is adhatnak (R_a – átlagos érdesség⁴ vagy RMS – négyzetes középérték). A két felületről készült mikroszkópi képek azonban jelentős eltéréseket mutatnak. Az elektropolírozott felület karcmentesnek mutatkozik, a mechanikusan polírozott felületen azonban mikroszkopikus karcok, beágyazódott csiszoló- és polírozószemcsék láthatók.

Az érdességmérési eredményeknek nincs valós kihatásuk arra, hogy egy elektropolírozott felület mennyire könnyen tisztítható meg használat után, illetve hogy milyenek a szennyeződésmentességi, csiszolószemcse-mentességi és tapadásmentességi tulajdonságai [1]. A szükséges

megjelenést – például fényes vagy matt – a felhasználónak kell meghatároznia. Ha másképp nincs meghatározva, a csillogó fényes felület általában elfogadható. Más esetben a felhasználó biztosíthatja a szükséges felületi minőséget vagy felületiminőség-tartományt bemutató mintákat.

Ha szükséges, az alapanyagot mechanikai csiszolásnak és polírozásnak is alá lehet vetni az elektropolírozás előtt a szükséges végső felületi jellemzők eléréséhez [7].

Ahol ezt megkövetelik, a munkadarab elektropolírozással simítandó és passziválandó, nagyterjedésű felületének mentesnek kell lennie az olyan látható hibáktól, mint a gödrök, érdességek, barázdák vagy elszíneződések, amelyek szabad szemmel is láthatók körülbelül 0,5 méter távolságról [8].

A stabilizált rozsdamentes acélokat, mint például a 1.4541 vagy 1.4571, nem használják elektropolírozási alkalmazásokban.

Megjegyzés: Az alapanyag felületének hibái, például karcok, pórusok vagy zárványok hátrányosan befolyásolhatják az anyag megjelenését és használhatóságát.

⁴ Az R_a egy adott szabványos hosszúságon a középvonalától mért eltérések abszolút értékének számtani közepe.

Az elektropolírozó vállalkozás számára szükséges információk

- Az elektropolírozást specifikáló szabvány száma [8], az ötvözet jelölése és a termék elemzéséhez szükséges vizsgálati eljárás.
- Az elvárt külső megjelenés. Más esetben a vásárló biztosít vagy hagy jóvá egy mintát, amely a szükséges felületi minőséget mutatja.
- A termék azon felületei, ahol villamos csatlakoztatás elfogadható.
- A rendelési dokumentumban feltüntetni kívánt mérettűrések⁵.
- Passzíválási vizsgálattal kapcsolatos követelmények⁶.
- Vizsgálati jelentés készítésére vonatkozó követelmény.

6 Tipikus alkalmazások

Csövek és csővezetékek

Az elmúlt években az elektropolírozás a legjobb eljárásnak bizonyult a csővezetékek belső és külső felületkezelése terén. Az elektropolírozást ott alkalmazzák, ahol szennyeződésmentes, csiszolászemcsementes és tapadásmentes felületekre van

szükség. Ezenkívül a csővezetékek esetén előnyt jelent az elektropolírozással létrehozott minimális súrlódás és maximális tisztaság. Az elektropolírozott csövek és csővezetékek legfőbb felhasználói a petrokémiai, a nukleáris és a gyógyszeripar, a félvezetőgyártás, az élelmiszeripar és az italgyártás.



Mivel a művégtagok és a sebészeti műszerek korrozív testfolyadékokkal érintkeznek, elektropolírozzák a felületüket a korrozióállóság növeléséért. Fotó: Anopol, Birmingham (UK)

Orvosi alkalmazások

Az orvosi szakterület már évek óta sikeresen alkalmazza az elektropolírozást. A kórházi, orvosi és sebészeti eszközöket (szíkek, fogók, fűrészek, érrendszeri, csont- és ízületi implantátumok, protézisek stb.) elektropolírozzák a megfelelő tisztaság és szennyeződésmentesség elérése érdekében. A sugárzásnak és rendszeres dekontaminálásnak kitett fémtermékek gyártásánál elsődleges szerepet élvez az elektropolírozás.

⁵ Az elektropolírozás általában 5–10 µm fémet távolít el a felületről. A simítás érdekében azonban további 50 µm eltávolítására lehet szükség. Ennél nagyobb mennyiséget távolít el a sarkokról és az élekről (azaz a nagy áramsűrűségű helyekről), kivéve védőlemezek és/vagy segédkatódok alkalmazása esetén.

⁶ További információk: ISO 15730 vagy ASTM B 912

Félvezetőgyártás

A félvezetőgyártásnál alkalmazott tisztaterekben szennyeződésmentes és csiszolószemcse-mentes felületekre van szükség. Elektropolírozott a felülete a tisztaterekben használt olyan fémtárgyaknak, mint például asztalok, székek, műszerfalak, gáz- és folyadékelosztó rendszerek, hulladéktartályok, lámpafoglatok, nem fedett elektromos vezetékek csatornái és dugaszolóaljzatok, vákuumkamrák, gyártó- és feldolgozóberendezések.



Mikrobiológiai vagy más szennyeződések esetén az elektropolírozás a legmegfelelőbb eljárás a rozsdamentes gyógyszeripari berendezések gyártásában.

A tapadásmertességi jellemzők igen fontosak a gyógyszeripari adagoló gyártásában. Fotó: Centro Inox, Milánó / Delmet, Gorgonzola (I).

Gyógyszeripari feldolgozás

A félvezetőgyártókhöz hasonlóan a gyógyszeripari cégek is ragaszkodnak a kiváló tisztaságú fémfelületekhez. A ma gyártott gyógyszeripari keverők, szárazanyag-adagoló rendszerek, szűrők, sziták, tartályok, szárítók, darabolók, hűtőtekerccsek, laptekerccsek, hőcserélők és más fontos készülékek mind elektropolírozással készülnek.

Energiahordozó-kitermelés

Az energiahordozó-kitermelési iparág egy új felhasználási terület az elektropolírozás alkalmazására. A mélyfúrásokban használt berendezéseket egyre nagyobb számban gyártják elektropolírozással, főként a kéntartalmú földgázok elleni passzíválás céljából. Ezenkívül a tengeri fúrótornyok berendezéseit, a csöveket, szivattyúkat,



A gyógyszeripari tartályokat is elektropolírozzák a legszigorúbb higiéniai követelmények teljesítése érdekében. Fotó: Centro Inox, Milánó (I)

szelepeket, kondenzátorokat és hőérzékelő-burkolatokat is elektropolírozással védik a sós levegőtől és víztől.

Élelmiszeripar és italfeldolgozás

Az elektropolírozás egyenletes, könnyen tisztítható és megjelenésében is kiváló felületeket biztosít az iparág elvárásainak megfelelően, ötvözve mindezt a páratlan szennyeződésmentességi és higiéniai minőséggel. Az eljárás csökkenti a konyhai, tejfeldolgozó és automatikus élelmiszer-feldolgozó berendezések rozsdamentes alkatrészének oxidációját és szennyeződését. Az elektropolírozás összességében tökéletesen tiszta felületet ad, amely ellenáll a baktériumok és anyagreszecskek feltapadásának.

Vízkezelés

A vízkezeléssel és desztillációval foglalkozó iparágak az elektropolírozást a rozsdamentes acél alkatrész korrózióállóságának javítására, illetve az ilyen rendszerekben lerakódó mikrobiológiai szennyeződések csökkentésére alkalmazzák. A vízkezelési és desztillációs iparban általá-

ban elektropolírozott alkatrészek a szűrők, sziták és rosták, szivattyúk és szelepek, kondenzátorok és csővezetékek.

Papírgyártósorok

A papírgyártásban a két főbb részegység, amelynél az elektropolírozást alkalmazzák, a papírpépszállító csőrendszerek és a felfutószelepek.

Kültéri alkalmazások

Mivel az elektropolírozás minimalizálja a mikroérdességet és jelentősen csökkenti a szennyeződés feltapadását, megkönnyíti a falfirkák (graffitik) eltávolítását a rozsdamentes acél felületekről.

*Balra:
Húsz év üzemeltetés után egy metrálóaljában, a felújítás során kiváló eredményeket adott a mechanikai polírozás és az utána következő elektropolírozás kombinációja.*

Fotó: Euro Inox, Brüsszel (B) / Rheinbahn AG, Düsseldorf (D)

*Jobbra:
Az elektropolírozás megkönnyíti a graffitik eltávolítását. Fotó: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)*



7 Szakkifejezések magyarázata

aktiválás

a passzív felületi állapot megszűnése

áramsűrűség

az elektród adott felületén áthaladó áram és az adott felület aránya

MEGJEGYZÉS: Az áramsűrűséget gyakran amper per négyzetdeciméterben (A/dm^2) fejezik ki

csiszolás

anyageltávolítás a munkadarab felületéről merev vagy rugalmas hordozóba ágyazott vagy ahhoz ragasztott csiszolóanyagokkal – a csiszolás általában az első lépés a polírozási művelete során

elektrolitikus oldat

elektrolit

elektromosan vezető közeg, amelyben a villamos áram folyását anyagáramlás is kíséri, ami legtöbbször savak, bázisok vizes oldatából, illetve a felvinni kívánt fém oldott sóiból áll

elektropolírozás

a fémfelület felületi minőségének és fényességének javítása olyan eljárással, amelynek során a fém az anód szerepét játssza egy alkalmas elektropolírozó oldatban

felületi minőség

a bevonat vagy az alapanyag megjelenése (fényes, tompa, matt, szatén)

fényes felület

egyenletes, sima, nagy fényvisszaverő képességű felület

fényesítés

a felület simítása dörzsöléssel és nyomás kifejtésével, felületi réteg eltávolítása nélkül

felületkezelés

a felület módosítására irányuló eljárás

függesztő

a munkadarabok felfüggesztésére használt keret, amely az áramot is vezeti a munkadarabokba elektropolírozás és galvanizálás során

fürdőhígulás

az oldatba merített tárgyak által okozott folyadékbejutás az oldatba

fürdővesztés

az oldatból kiemelt tárgyak által okozott folyadékvesztés az oldatból

galvanizálás

fémről vagy ötvözetből álló, tapadó bevonat felvitele hordozóra elektrolízissel abból a célból, hogy az alapanyagtól eltérő jellemzőkkel vagy méretekkkel bíró felületet hozzunk létre

gázképződés

gázok képződése az elektródokon elektrolízis során

mattítás (általános)

egyenletes, finom textúrájú felület létrehozása, amely szinte teljesen mentes a tükröző fényvisszaverődéstől

mattítás (finom)

a diffúz és a tükröző fényvisszaverődéstől egyaránt mentes, finom, tompa matt felület létrehozása

maratás

a fémfelület egy részének egyenetlen feloldása

pácolás

oxidok vagy más vegyületek eltávolítása fémfelületről vegyi vagy elektrokémiai eljárással

Még nagyméretű alkatrészeknél, például polimerizálóreaktoroknál is alkalmazható az elektropolírozás.
Fotó: Poligrat, München (D)



passzíválás

a fémfelület vagy galvanizált bevonat passzívává tétele

polírozás

polírkoronggal

a felület polírozása forgó hajlékony korong segítségével, amelynek a felületére folyadékban szuszpendált finom, polírozószemcséket juttatnak paszta vagy kenőcs formájában

MEGJEGYZÉS: a polírkoronggal polírozott felület félfényes vagy tükörfényes, látható vonalak nélkül a felületen.

reve

tapadó oxidbevonat, vastagabb, mint a felületi film, hívják patinának is

segédkatód

olyan módon elhelyezett katód, hogy magához terelje az áram egy részét a munkadarab azon részétől, amelyen egyébként túl nagy áramsűrűség alakulna ki

simító csiszolás

a fémfelület simítása általában nagy sebességgel hajtott tárcsák vagy végtelenített szíjak felületére ragasztóanyaggal felvitt csiszolószemcsék segítségével

sorjáltlanítás

az élek és sorják eltávolítása mechanikai, vegyi vagy elektrokémiai módon

tisztítás

idegen anyagok, például oxidok, revék, olaj stb. eltávolítása a felületről

› anódos tisztítás

pólusváltásos tisztítás (USA)

elektrolitikus tisztítás, amelynél a tisztítandó munkadarab a cella anódja

› elektrolitikus tisztítás

olyan tisztítási eljárás, amelynél egyen-áramot bocsátanak keresztül az oldaton, amelyben a tisztítandó alkatrész az egyik elektród

› lúgos tisztítás

tisztítás lúgos oldatokkal

› savas tisztítás

tisztítás savas oldatokkal

vizsgált felület

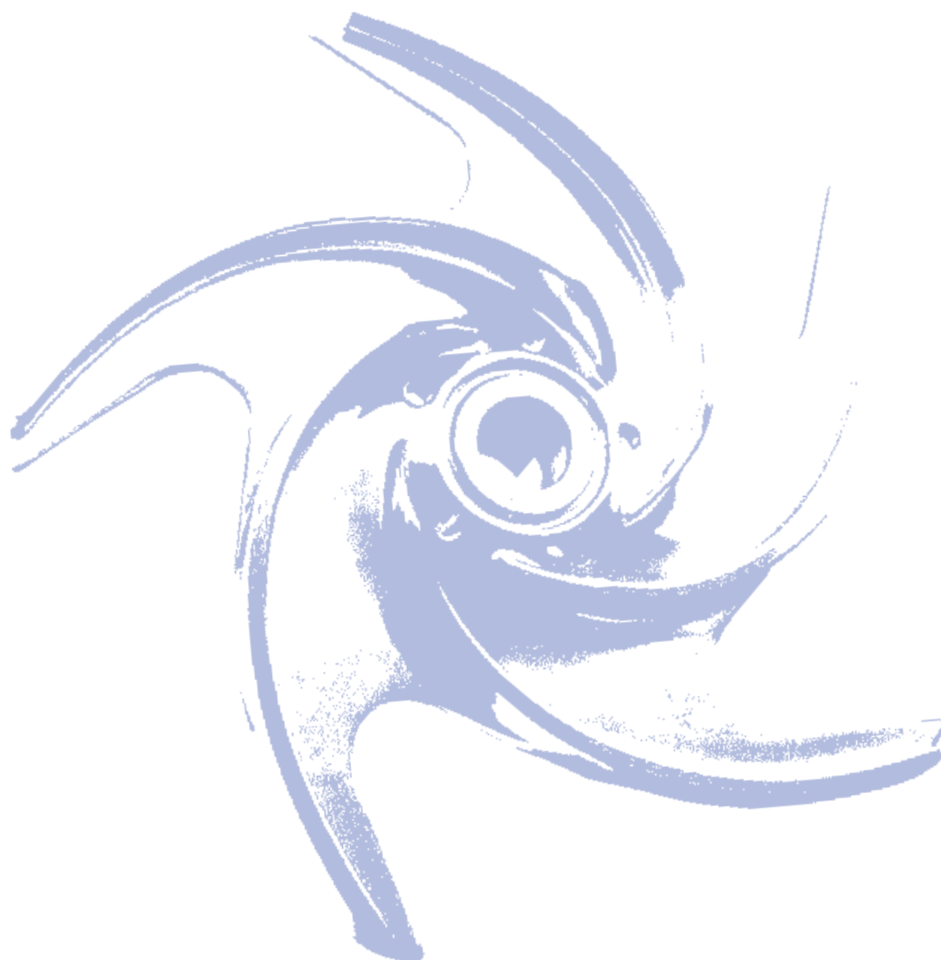
a felületnek az a része, amelynek egy vagy több megadott követelménynek való megfelelését vizsgáljuk

zsírtalanítás

zsír vagy olaj eltávolítása a felületről

8 Hivatkozások

- [1] www.delstar.com, *“Electropolishing, A User’s Guide to Applications, Quality Standards and Specifications”*, 2003
- [2] <http://www.kepcoinc.com/?page=serviceselectropolishing>, Kalamazoo Electropolishing Company, *“What is Electropolishing?”*
- [3] <http://www.abccorporate.com>, Allegheny Surface Technology, *“Electropolishing”*
- [4] http://www.ableelectropolishing.com/electropolishing_workbook.pdf, Able Electropolishing, *“Looking for Solutions to Metal Surface Problems?”*
- [5] http://www.electropolish.com/pubs/process_steps.pdf, *“The MCP System of Electropolishing, General Process Steps”*
- [6] MOHAN, S., KANAGARAJ, D., VIJAYALAKSHMI, S., RENGANATHAN, N. G., *“Electropolishing of Stainless Steel – a Review”*, Trans IMF 79, No.4, 2001
- [7] ASTM B 912-02 Standard Specification for Passivation of Stainless Steels Using Electropolishing
- [8] ISO 15730: 2000 Metallic and other inorganic coatings – Electropolishing as a means of smoothing and passivating stainless steel



ISBN 978-2-87997-046-2