

L'elettrolucidatura dell'acciaio inossidabile



Euro Inox

Euro Inox è l'associazione europea per lo sviluppo del mercato dell'acciaio inossidabile.

I soci di Euro Inox comprendono:

- Produttori europei di acciaio inossidabile
- Associazioni nazionali per lo sviluppo dell'acciaio inossidabile
- Associazioni per lo sviluppo dell'industria degli elementi di lega

Gli obiettivi primari di Euro Inox sono creare una sensibilità nei confronti delle proprietà uniche degli acciai inossidabili e promuoverne l'impiego sia per le applicazioni correnti che in nuovi mercati. Per raggiungere tali obiettivi, Euro Inox organizza convegni e seminari, pubblica guide sia in forma cartacea che elettronica per rendere più familiari questi materiali ad architetti, progettisti, tecnici, costruttori ed utilizzatori finali. Euro Inox sostiene inoltre la ricerca tecnica e commerciale.

ISBN 978-2-87997-314-2

978-2-87997-310-4	Versione inglese
978-2-87997-311-1	Versione tedesca
978-2-87997-312-8	Versione finlandese
978-2-87997-313-5	Versione francese
978-2-87997-315-9	Versione olandese
978-2-87997-316-6	Versione polacca
978-2-87997-317-3	Versione spagnola
978-2-87997-318-0	Versione svedese
978-2-87997-319-7	Versione ceca
978-2-87997-320-3	Versione turca

Membri regolari

Acerinox

www.acerinox.com

Aperam

www.aperam.com

Outokumpu

www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta

www.nirosta.de

Membri associati

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

L'elettrolucidatura dell'acciaio inossidabile
 Prima edizione 2011
 (Serie materiali e applicazioni, Volume 11)
 © Euro Inox 2011

Editore

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

Autore

Alenka Kosmač, Bruxelles (B)

Ringraziamenti

Euro Inox desidera ringraziare il Sig. Siegfried Pieslinger-Schweiger, Poligrat (D) e il Sig. John Swain, Anopol (UK) per il loro contributo e la lettura critica della bozza di pubblicazione.

Foto

Foto di copertina: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)

Clausola di esonero

Euro Inox ha fatto ogni sforzo per assicurare che le informazioni presentate in questo documento siano tecnicamente corrette. Il lettore è avvisato tuttavia che la documentazione ivi contenuta è unicamente a scopo di informazione generale. Euro Inox e i suoi membri declinano specificatamente qualsiasi imputabilità o responsabilità per perdite, danni o lesioni che dovessero derivare dalla applicazione delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

Indice

1. Introduzione	2
2. Il principio	4
3. Fasi di processo	6
3.1 Preparazione del metallo	7
3.2 Elettrolucidatura	7
3.3 Post-trattamento	8
4. Elettrolucidatura contro altre tecniche di finitura superficiale	9
4.1 Lucidatura meccanica	9
4.2 Elettroplaccatura (Galvanostegia)	10
5. Specifiche delle finiture elettrolucidate	11
6. Applicazioni tipiche	12
7. Glossario	15
8. Bibliografia	17

Nota sui diritti d'autore

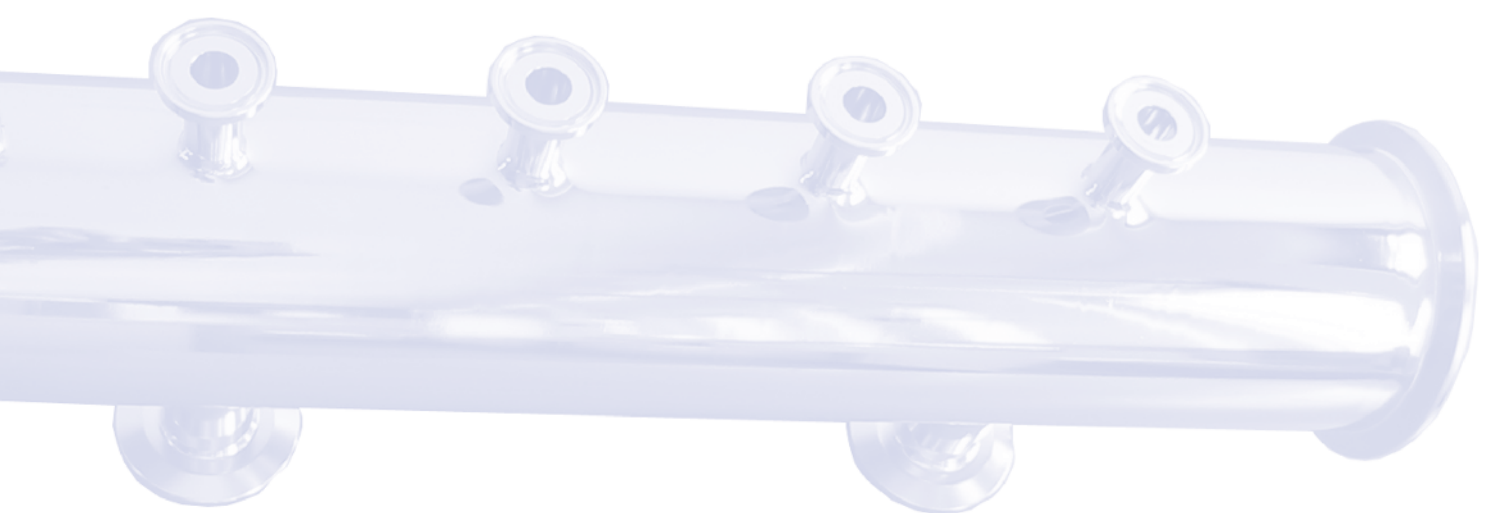
Quest'opera è soggetta ai diritti d'autore. Euro Inox si riserva: tutti i diritti di traduzione in ogni linguaggio, ristampe successive, riutilizzo delle illustrazioni, interpretazione e trasmissione. Nessuna parte di questa pubblicazione può venir riprodotta, memorizzata o trasmessa in ogni forma, elettronica, meccanica, fotostatica o altro senza il preventivo consenso scritto da parte del detentore dei diritti d'autore: Euro Inox, Lussemburgo. Le violazioni potranno venir perseguite per vie legali, comprendendo sia il danno economico che il rimborso delle spese legali, ai sensi della legge sui diritti d'autore del Lussemburgo, e delle normative comunitarie.

1 Introduzione

L'elettrolucidatura è una tecnica chimica di finitura superficiale (vedasi riquadro), con la quale il metallo viene rimosso elettroliticamente, ione per ione, dalla superficie di un oggetto [1]. L'obiettivo primario è di minimizzare la microrugosità, riducendo quindi drasticamente rischi di sporco o residui di prodotto aderenti e migliorando la pulibilità delle superficie. L'elettrolucidatura è impiegata anche per la sbavatura, brillantatura e passivazione.

Il processo dà luogo ad una superficie incontaminata, metallurgicamente pulita. Vengono altresì evitati, o contrastati, i possibili effetti indesiderati dei trattamenti superficiali con utensili: stress termomeccanico, inclusione di particelle e rugosità superficiale; l'intrinseca resistenza a corrosione di un dato grado di acciaio inox è

sfruttata a pieno. Per tali motivi l'elettrolucidatura è divenuta un trattamento comune per l'acciaio inox in quelle industrie dove i requisiti di resistenza a corrosione e pulibilità sono particolarmente stringenti. Applicazioni tipiche si trovano nei settori farmaceutico, biochimico ed alimentare. Poiché l'elettrolucidatura non ha un impatto di tipo meccanico, termico o chimico, vi si possono trattare componenti piccoli e meccanicamente fragili: l'elettrolucidatura può applicarsi a parti di pressoché qualsiasi forma o dimensione.



Trattamenti chimici superficiali: cosa considerare, quando e perché

Vi è una varietà di differenti trattamenti chimici superficiali. Sebbene tutti questi contribuiscano a produrre una superficie metallica pulita, con effetti anche che si sovrappongono, i loro scopi sono ben distinti:

Decapaggio

Il decapaggio rimuove gli ossidi, specificamente le alterazioni cromatiche dovute al calore (della saldatura) ed altre scolorazioni o prodotti della corrosione, venendo a creare una superficie metallica pulita che fornisce le condizioni necessarie affinché la naturale autopassivazione dell'acciaio inox possa aver luogo. Le soluzioni impiegate comportano l'uso di acido nitrico e fluoridrico mentre il tempo di trattamento dipende dalla temperatura della soluzione e dal grado di contaminazione.

Passivazione

L'auto passivazione dell'acciaio inox avviene di norma spontaneamente in presenza dell'ossigeno dell'acqua o dell'aria.

Lo strato passivo può comunque impiegare fino a due giorni prima di raggiungere lo spessore totale. Il trattamento di passiva-

zione chimica accelera la formazione dello strato passivo, garantendone il raggiungimento della completa efficacia in condizioni controllate. La passivazione viene effettuata in acido nitrico diluito, con tempi di trattamento variabili tra i 15 minuti e un ora.

Decontaminazione o pulizia acida

Rimuove le particelle ferrose che, se lasciate sulla superficie dell'acciaio inossidabile, si corroderebbero – per esempio quando i componenti in acciaio inox sono stati esposti a contaminazione ferrosa (polvere da limatura, particelle di ruggine da lavori contigui su acciaio al carbonio, abrasione tramite utensili, etc.)¹

Elettrolucidatura

L'elettrolucidatura si applica a superficie metalliche pulite, per ridurre la microrugosità e produrre diversi altri effetti positivi, descritti in questa pubblicazione. Il processo funziona sul principio dell'elettrolisi impiegando un flusso di corrente e, come elettrolita, una soluzione perlopiù di acido fosforico e ortofosforico. I tempi di trattamento sono solitamente tra i 2 e i 30 minuti.

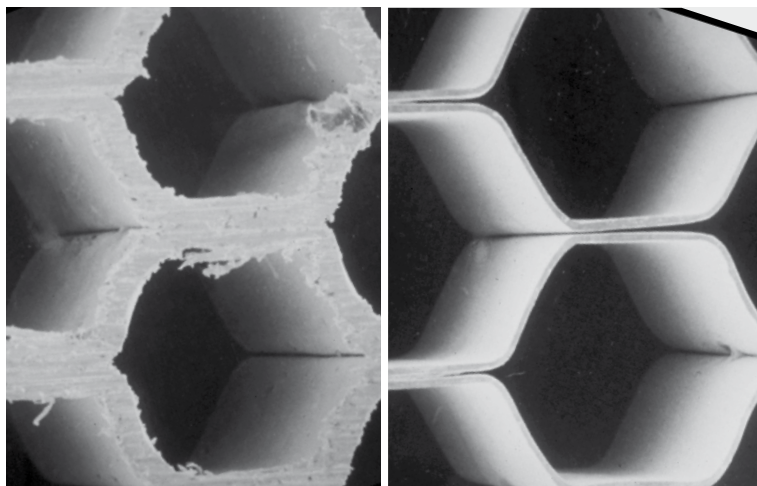
¹ cf. CROOKES, Roger, Decapaggio e passivazione dell'acciaio inossidabile, Lussemburgo: Euro Inox, Seconda Edizione 2007 (Serie materiali e applicazioni, Volume 4) – http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating_Pickling_EN.pdf

2 Il principio

L'elettrolucidatura rimuove il metallo dal pezzo tramite passaggio di corrente elettrica mentre il pezzo stesso è sommerso in un elettrolita di specifica composizione. Il processo è in pratica il contrario dell'elettroplaccatura: in un sistema di placcatura, gli ioni metallici vengono depositati dalla soluzione sul pezzo mentre in un sistema di elettrolucidatura il pezzo stesso viene eroso, apportando ioni metallici in soluzione.

Un tipico impianto di elettrolucidatura è simile, nell'aspetto, ad una linea di elettroplaccatura. Una sorgente di potenza converte la corrente alternata (AC) in corrente continua (DC) a basso voltaggio. Una vasca in plastica o rivestita in piombo è generalmente usata per contenere il bagno chimico ed una serie di piastre catodiche in piombo, rame o acciaio inox vengono immerse nel bagno, verso il polo negativo (-) della sorgente di tensione. Una parte della serie è fissata ad una rastrelliera in titanio, rame o bronzo; la rastrelliera è quindi accoppiata al polo positivo (+) della sorgente di tensione.

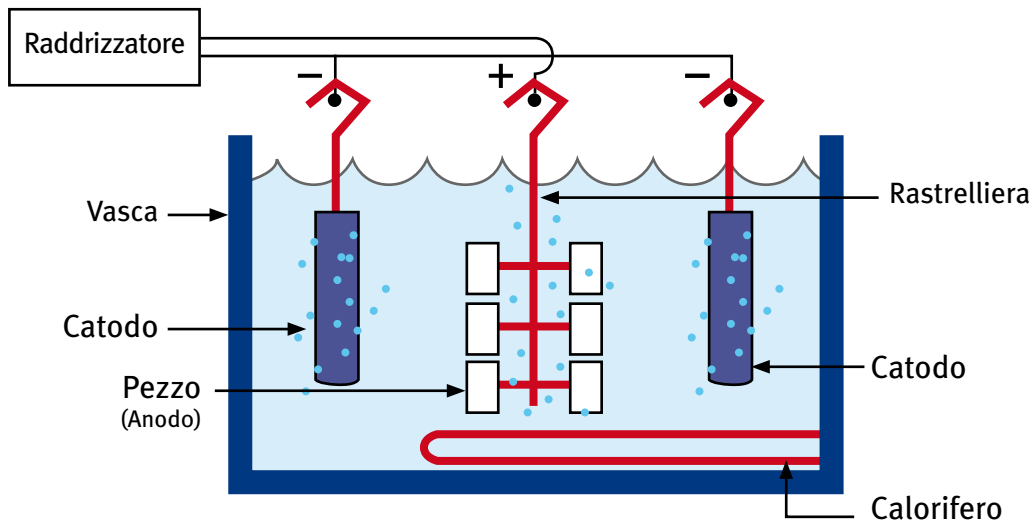
L'elettrolucidatura è un metodo efficiente di sbavatura – anche per quei componenti che sarebbero difficili da trattare meccanicamente. Foto: Poligrat, Monaco (D)



Il pezzo è quindi connesso al terminale positivo (anodo), mentre il terminale negativo (catodo) è connesso ad un conduttore opportuno. Sia il terminale positivo che quello negativo sono sommersi nell'elettrolita, formando un circuito elettrico completo. La corrente applicata è continua (DC).

Come si vede nella illustrazione adiacente, il pezzo metallico è caricato positivamente (anodo) e immerso nel bagno chimico. Applicando corrente, l'elettrolita agisce come un conduttore ("utensile") facendo sì che gli ioni vengano rimossi dal pezzo. Mentre gli ioni sono asportati, verso il catodo, la maggioranza dei metalli disciolti rimane in soluzione. Alcuni ioni si depositano sul catodo in forma di morchia che richiede una pulizia regolare. Sulla superficie metallica si ha sviluppo di gas, in forma di ossigeno, facendo proseguire l'azione elettrolitica.

La quantità di metallo rimossa dal pezzo è proporzionale alla corrente applicata, all'efficienza dell'elettrolita e al tempo d'esposizione. Durante l'elettrolucidatura, le bave e altre proiezioni divengono aree a densità di corrente molto alta ed erose preferenzialmente. I parametri di processo del pezzo vengono regolati in modo da controllare l'entità del metallo rimosso, così da mantenere le tolleranze dimensionali.



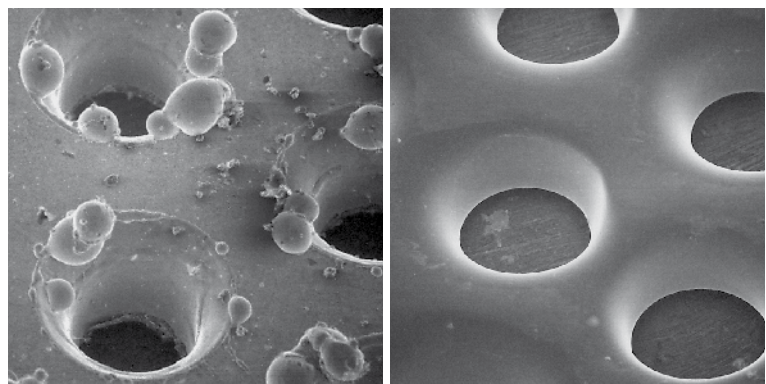
Il materiale viene rimosso dalla superficie, costituendo il pezzo l'anodo del processo elettrochimico [3].

Nel caso dell'acciaio inossidabile, le differenze nella velocità di rimozione degli elementi di lega creano un effetto rilevante: gli atomi di ferro e nickel vengono estratti più facilmente dal reticolo cristallino rispetto agli atomi di cromo. Il processo di elettrolucidatura rimuove preferenzialmente il nickel e il ferro, lasciando la superficie ricca in cromo. Questo fenomeno accelera e migliora la passivazione nelle superficie elettrolucidate[2].

Si sorvola spesso sul fatto che l'elettrolucidatura sia un processo non distorsivo: i componenti elettrolucidati non sono soggetti a stress termico o meccanico dal mezzo pulente, né sono soggetti a urti [4].

I risultati sono riproducibili con un elevato livello di precisione, in modo da poter trattare in sicurezza anche i componenti con tolleranze ristrette².

Una vista microscopica della stessa superficie, prima e dopo l'elettrolucidatura, mostra che il processo produce superficie metalliche pulite. Foto: Poligrat, Monaco (D)



² Premesso che si adottino controlli di processo e procedure opportuni, non vi sono rischi per la sicurezza, se ci si rivolge a trattamentisti competenti che si assicurino che durante il processo si usino sistemi di ventilazione efficiente. Questi operatori dovrebbero anche smaltire i prodotti di scarto, compresi gli acidi esausti, usando procedure sicure e approvate.

3 Fasi di processo

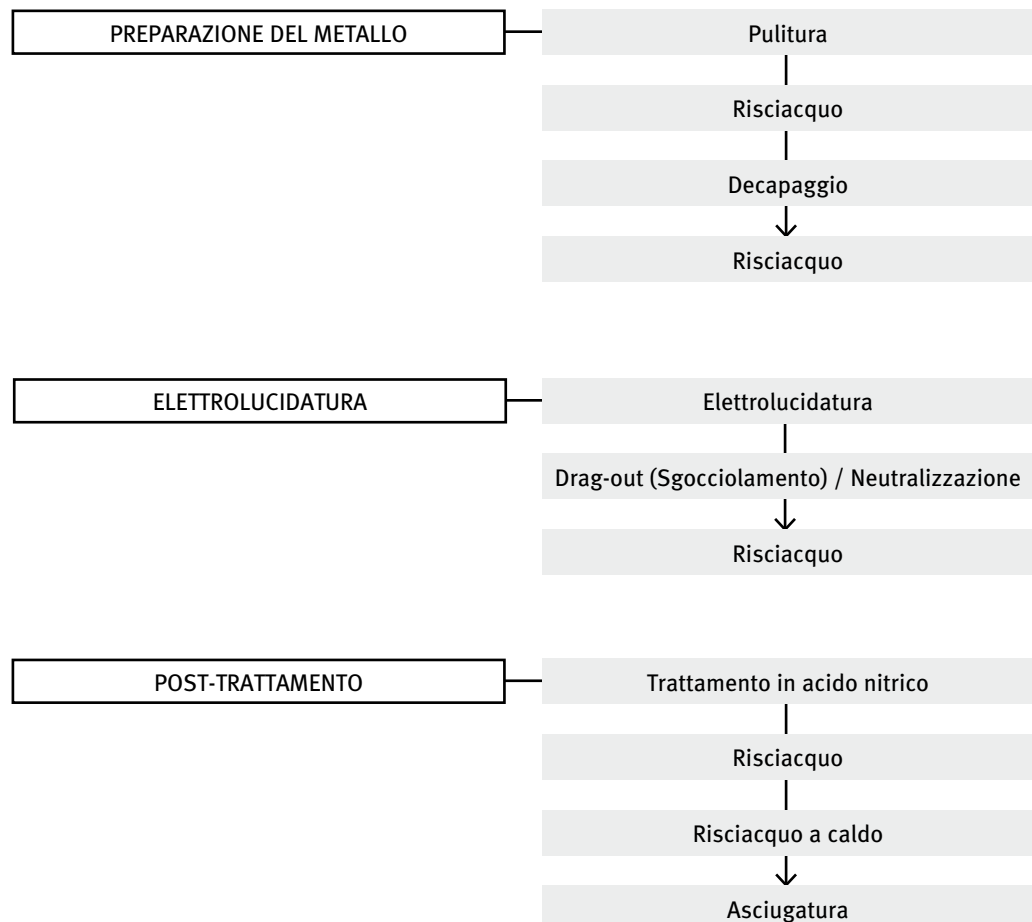
Al fine di ottenere finiture elettrolucidate di elevata qualità sulla maggior parte delle leghe di acciaio inossidabile, il processo deve essere effettuato in tre fasi principali [5]:

- Preparazione del metallo: per rimuovere oli, grassi, ossidi ed altri contaminanti in superficie che interferirebbero con l'uniformità della elettrolucidatura
- Elettrolucidatura: per levigare, sbavare e/o rendere brillante il metallo

- Post-trattamento: per rimuovere l'elettrolita residuo, i prodotti di scarto della reazione di elettrolucidatura e asciugare il metallo in modo che non si macchi.

Ciascuna di queste fasi principali può comprendere diverse stazioni in vasca per ottenere il risultato desiderato.

Il seguente schema grafico mostra il tipico diagramma di flusso:



3.1 Preparazione del metallo

La preparazione del metallo comprende due fasi: pulitura/sgrassaggio alcalino o con solvente, seguito da decapaggio laddove siano presenti ossidi (saldature).

Scopo della pulitura, in detergente alcalino o solvente, è la rimozione di ogni olio, grasso, sporco d'officina, ditate o pellicole simili lasciate sul pezzo dopo fabbricazione. I contaminanti superficiali presenti sui componenti possono, durante l'elettrolucidatura, ridurre la qualità della finitura finale, che è di particolare importanza per applicazioni critiche quali medicale, farmaceutico ed applicazioni per semiconduttori. Una volta che i componenti vengono rimossi dalla lavatrice, andrebbe prestata cura per evitare contatti non necessari con le mani o col macchinario di processo, in quanto la pulizia andrebbe considerata uno dei principi basilari di tutte le operazioni di finitura superficiale dei metalli; la pulizia impropria o inadeguata è una causa comune di scarto.

Una vasca di risciacquo assolve due funzioni principali: rimuovere residui chimici dal ciclo precedente, per diluizione, e agire da barriera per impedire drag-in (sgocciolamento) nelle operazioni seguenti.

La descagliatura acida/decapaggio rimuove ossidazioni leggere derivanti da processi come il taglio ed elimina la pellicola alcalina lasciata dal lavaggio.

I principi di processo per il risciacquo dalla descagliatura acida sono essenzialmente quelli per il risciacquo da lavaggio alcalino. La differenza principale è che, essendo le soluzioni acide molto più facili da rimuovere col risciacquo rispetto ai residui alcalini, si possono usare portate di flusso inferiori e/o tempi di risciacquo più brevi.

3.2 Elettrolucidatura

Durante l'elettrolucidatura, il metallo si dissolve dall'elettrodo anodico, passando in soluzione per formare un sale solubile del metallo. Tutti i costituenti dell'inox – ferro, cromo e nickel – vanno incontro simultaneamente a questa reazione, producendo una levigatura controllata della superficie. Avvengono anche diverse reazioni collaterali, creando prodotti di scarto che, al fine di ottenere la più alta qualità finale possibile, vanno controllati.

Una tipica soluzione di elettrolucidatura consiste in una mistura in egual volumi di acido solforico al 96 % in massa e acido ortofosforico all'85 % in massa. Le condizioni operative sono le seguenti:

Elettrolucidatrici dedicate garantiscono il rispetto dei requisiti di salute e sicurezza. Foto: Anopol, Birmingham (UK)



- densità di corrente: da 5 A/dm² a 25 A/dm²
- temperatura: da 40 °C a 75 °C
- tempo: da 2 min a 20 min
- catodi: acciaio inossidabile, rame, piombo

La vasca di drag-out (sgocciolamento) cattura la soluzione di elettrolucidatura dalla fase precedente. Gli elettroliti dell'acciaio inox richiedono normalmente neutralizzazione con soda caustica (idrossido di sodio o latte di calce) e producono volumi di precipitato relativamente elevati; le aziende specializzate in elettrolucidatura assicurano il rispetto degli standard ambientali, sanitari e di sicurezza.

Durante il risciacquo bisogna tener conto del fatto che le soluzioni dall'elettrolucidatura sono viscosi e non si mischiano prontamente con l'acqua. Occorre prestare attenzione ad evitare l'asciugatura delle soluzioni dell'elettrolucidatura sui componenti, in quanto i residui acidi causerebbero macchie o segni durante lo stoccaggio. Per tale motivo, il risciacquo a caldo, usato per fini di asciugatura, dovrebbe utilizzarsi solo dopo che ogni residuo di elettrolita è stato completamente risciacquato.

3.3 Post-trattamento

La funzione del post-trattamento in acido nitrico nell'elettrolucidatura è di dissolvere la pellicola di prodotti di scarto che si forma durante le reazioni elettrochimiche. Questi prodotti, che consistono principalmente in fosfati e solfati di metalli pesanti, sono difficili da rimuovere col solo risciacquo in acqua. Una rimozione esaustiva è cruciale comunque, per garantire che la superficie rimanga consistente, antigraffio, resistente a corrosione ed igienica durante i successivi stoccaggio ed utilizzo.

Residui di soluzione di acido nitrico possono venire rimossi con acqua fredda, essendo più solubili in acqua di quelli alcalini.

Non dovrebbe esservi traccia di prodotti chimici sui componenti quando essi vanno in acqua calda o l'acqua calda diverrà progressivamente contaminata. Scopo del risciacquo in acqua calda è anche aumentare a sufficienza la temperatura del metallo per avere asciugatura per evaporazione parziale (flash drying) del componente prima della rimozione dalla rastrelliera.

Certi tipi di componente non si asciugheranno completamente dopo risciacquo in acqua calda. Asciugatori centrifughi, camere ad aria calda e altri tipi di stazione di essiccazione potrebbero occorrere per forzare la rapida evaporazione della umidità residua e prevenire macchie sul pezzo.

4 Elettrolucidatura a confronto con altre tecniche di finitura superficiale

Sebbene la resa visiva dei materiali elettrolucidati, lucidati meccanicamente ed elettroplaccati possa essere molto simile, le loro aree d'applicazione sono sostanzialmente differenti.

4.1 Lucidatura meccanica

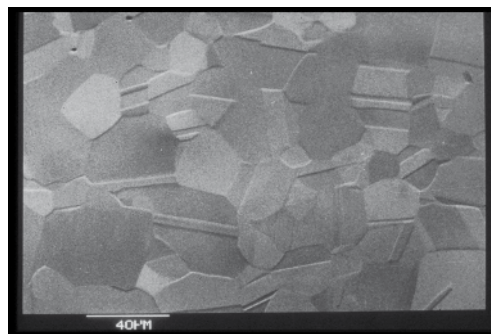
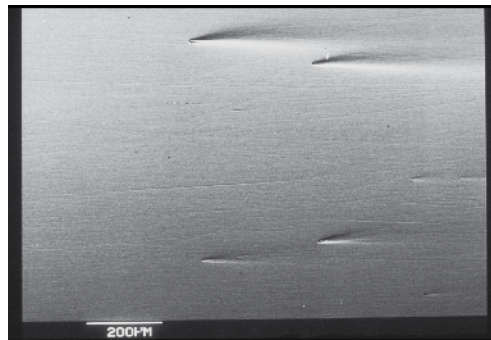
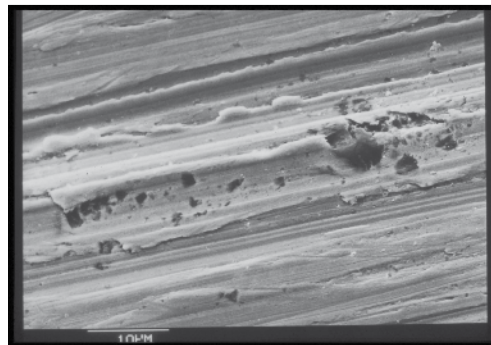
La smerigliatura, lucidatura e levigatura dell'acciaio inossidabile sono tipicamente usate per produrre attraenti superficie a specchio su beni di consumo o parti decorative o architettoniche. Le operazioni di lucidatura meccanica possono facilmente effettuarsi in officina o in sito³ e durante le riparazioni.

Comunque i processi possono indurre tensioni negli strati superficiali che possono portare al deterioramento delle loro proprietà metallurgiche e renderli meno adatti per applicazioni particolarmente severe. I trattamenti meccanici possono inoltre essere dispendiosi.

Una superficie metallica lucidata meccanicamente comporta abrasioni microscopiche, deformazioni, detriti metallici ed inclusione di abrasivo. Una superficie elettrolucidata, al contrario, è del tutto inalterata mostrando la struttura cristallina originaria del metallo, senza le distorsioni prodotte dai processi di incrudimento che accompagnano sempre le finiture meccaniche.

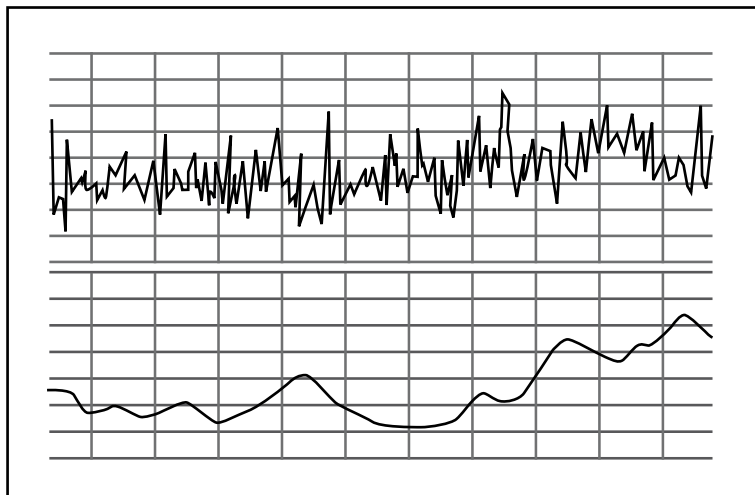
La differenza tra un componente elettrolucidato ed uno finito meccanicamente spesso non è visibile, specie se entrambi sono luci-

dati allo stesso grado di rugosità. Il vantaggio della finitura prodotta dalla elettrolucidatura diviene visibile comunque quando la superficie è vista ad alti ingrandimenti. Al contrario i processi di finitura superficiale che usano abrasivi, altri taglienti o processi di abrasione distorcono sempre la superficie metallica, indipendentemente da quanto sia piccola l'entità della lavorazione.



*Superficie di acciaio inossidabile: smerigliata meccanicamente, (sopra), lucidata meccanicamente (centro), elettrolucidata (sotto)
Foto: Poligrat, Monaco (D)*

³ cf. VAN HECKE, Benoit, La finitura meccanica di superfici decorative in acciaio inossidabile, Luxembourg: Euro Inox, 2005 (Serie materiali e applicazioni, Vol. 6) – http://www.euro-inox.org/pdf/map/MechanicalFinishing_IT.pdf



Rugosità superficiale dell'acciaio inossidabile lucidato meccanicamente; sopra: grana 400, sotto: grana 120 e successivamente elettrolucidato. Entrambe le superficie mostrano identici valori di R_a . Foto: Poligrat, Monaco (D)

Le differenze sono molto più che semplicemente morfologiche: le variazioni di proprietà associate all'incrudimento vanno ben al di sotto della superficie nel materiale. E' facile che vi siano anche inclusioni di abrasivo nella superficie, la cui resistenza meccanica è aumentata localmente dall'incrudimento indotto dalle tensioni meccaniche.

Una superficie levigata e senza difetti può ottenersi tramite l'elettrolucidatura scegliendo densità di corrente e temperatura ideali insieme ad un'opportuna configurazione del bagno. Questo processo è tecnicamente superiore alla lucidatura meccanica, in quanto la superficie ottenuta non viene contaminata da materiale estraneo e si presenta già nello stato passivato e resistente a corrosione [6].

L'elettrolucidatura può applicarsi anche a componenti di forma complessa. Foto: Packo Surface Treatment, Diksmuide, (B)

4.2 Elettroplaccatura (Galvanostegia)

Le finiture ad alta riflettività possono ottenersi anche per placcatura con nickel e/o cromo su altri materiali come l'acciaio al carbonio per quanto questi strati metallici addizionali siano raramente esenti da micro difetti. Essi possono oltretutto usurarsi o sfogliarsi esponendo il metallo base che può di conseguenza corrodersi [3]. E' questa la ragione per cui l'acciaio al carbonio cromato, ad esempio, non è in genere una valida alternativa all'inox elettrolucidato.

Elementi in acciaio inossidabile elettroplaccato lucido si trovano tipicamente nelle modanature automobilistiche. Qui, un velo di cromo è applicato per uguagliare l'aspetto visuale delle parti in acciaio al carbonio cromato con quelle in inox. Tale placcatura non aggiunge resistenza a corrosione all'acciaio inox.



5 Specifiche delle finiture elettrolucidate

L'elettrolucidatura è preferita in molte industrie come processo finale di numerosi metalli in quanto migliorativa della superficie e per le sue proprietà di finitura non contaminante, che non rilascia particelle e antiaderente o, semplicemente, per motivi decorativi. Qualora si abbia come obiettivo una finitura esteticamente piacevole, l'elettrolucidatura di alta qualità può valutarsi di solito tramite ispezione visiva, per quanto una valutazione microscopica è necessaria se si richiedono i più alti livelli di finitura ed è prioritario documentare le condizioni superficiali per futuri riferimenti.

Una superficie lucidata, ad esempio (come la finitura No. 8 super mirror) potrebbe sembrare all'occhio inesperto come una superficie elettrolucidata potendo indicare, su di un rugosimetro, gli stessi valori di lettura (R_a – rugosità aritmetica media⁴ o RMS – rugosità quadratica media). Micrografie delle due superficie mostreranno comunque una sostanziale differenza: le superficie elettrolucidate si presenteranno come inalterate mentre, su quelle lucidate, saranno visibili graffi microscopici e inclusioni di abrasivo e composto lucidante.

Le misure di rugosità non sono in realtà determinanti sulla pulibilità delle superficie elettrolucidate o sulle sue proprietà non contaminanti, di non rilasciare particelle o

sulle sue qualità antiaderenti [1]. L'aspetto richiesto, ad esempio lucido od opaco, dovrebbe venire specificato dall'acquirente. Salvo diversamente indicato un lucido brillante è generalmente considerato accettabile. Campioni che mostrano le finiture richieste possono essere forniti, in alternativa, all'acquirente per approvazione. Se desiderato, il metallo base potrebbe venir smerigliato e lucidato prima dell'elettrolucidatura per giungere alle caratteristiche superficiali desiderate [7].

Laddove specificato, la superficie significativa del manufatto da levigare e passivare mediante elettrolucidatura deve essere priva di difetti evidenti come incavi, scabrosità, striature o scoloramenti, visibili all'occhio nudo ad una distanza di circa 0.5 m [8].

I gradi inox stabilizzati come 1.4541 (321) o 1.4571 (316Ti) non si usano per le applicazioni di elettrolucidatura.

Nota: Difetti sulla superficie del metallo base come graffi, porosità o inclusioni, possono influenzare negativamente l'aspetto e la qualità del manufatto.

⁴ R_a è la media aritmetica dei valori di rugosità misurati su una sezione di lunghezza standard.

Informazioni da fornire al terzista elettrolucidatore

- Identificativo della norma che specifica la finitura elettrolucidata [8], designazione della lega, metodo/i di prova da impiegarsi per la valutazione.
- Aspetto richiesto o, in alternativa, un campione con la finitura richiesta verrà fornito dall'acquirente per approvazione.
- Aree del componente dove è possibile il contatto elettrico.
- Tolleranze dimensionali, qualora presenti, andranno indicate nell'ordine⁵.
- Qualsiasi requisito per prove di passivazione⁶.
- Qualsiasi requisito per la redazione di un rapporto di prova.

6 Applicazioni tipiche

Condutture e tubi

L'elettrolucidatura ha dato prova, negli ultimi anni, di costituire la finitura ottimale dei diametri interno ed esterno di condutture e tubi. L'elettrolucidatura è essenziale qualora siano richieste superficie non inquinanti, che non rilascino particelle ed anti-fouling.

Sia tubi che condutture beneficiano inoltre dell'elettrolucidatura in termini di minimo attrito ed aspetto di massima pulizia. I maggiori beneficiari di condutture e tubi elettrolucidati comprendono l'industria petrolchimica, nucleare, farmaceutica, dei semiconduttori ed alimentare.



Gli impianti protesici e gli strumenti chirurgici, dovendo venire a contatto con i corrosivi fluidi biologici, vengono elettrolucidati al fine di ottimizzarne la superficie per la resistenza a corrosione. Foto: Anopol, Birmingham (UK)

Applicazioni medicali

Il settore medico si avvale da molti anni dell'elettrolucidatura. Ogni strumento medico, chirurgico e clinico (bisturi, pinze, seghe, stent coronarici, impianti osteo-articolari, dispositivi protesici, etc.) andrebbe elettrolucidato per facilitare la pulizia ed ottenere bassi livelli di contaminazione. Componenti metallici esposti a radiazioni e che richiedano regolarmente la decontaminazione sono i principali candidati all'elettrolucidatura.

⁵ Durante l'elettrolucidatura, tipicamente si rimuovono da 5 a 10 µm di metallo. Per un'ulteriore levigatura potrebbero però rimuoversi fino a 50 µm. Entità ancor maggiori vengono rimosse da angoli e bordi (i.e. aree a maggior densità di corrente) a meno che non si impieghino scudi o catodi aggiuntivi.

⁶ Ulteriori informazioni sono disponibili in ISO 15730 o ASTM B 912.

Fabbricazione dei semi-conduttori

Le camere sterili per la fabbricazione dei semi-conduttori, richiedono superficie non inquinanti e che non rilascino particelle. Una finitura elettrolucidata è ottimale per i componenti metallici di una camera sterile, compresi tavoli, sedie, quadri strumenti, sistemi per la distribuzione di gas e fluidi, contenitori per rifiuti, impianti di illuminazione, cablaggi elettrici esposti e prese di corrente, camere a vuoto e strumenti di processo e fabbricazione.

Processi farmaceutici

Come nella fabbricazione dei semi-conduttori, le aziende farmaceutiche insistono sulle superficie metalliche ultrapulite. Attualmente, la superficie interna dei miscelatori farmaceutici, sistemi per l'erogazione di prodotti secchi, filtri, strainer (colini), contenitori, essiccatori, sminuzzatori, bobine di raffreddamento, piastre radiatoriche,



scambiatori di calore ed altre importanti attrezzature sono tutte elettrolucidate. Per ragioni microbiologiche ed altri problemi di contaminazione, l'elettrolucidatura offre la miglior soluzione per i componenti farmaceutici in acciaio inossidabile.

Le proprietà anti-aderenti sono un requisito chiave nei dosatori utilizzati nell'industria farmaceutica. Foto: Centro Inox, Milano / Delmet, Gorgonzola (I).

Ricerca Energetica

L'industria della ricerca energetica è un cliente nuovo per l'elettrolucidatura. Una crescente gamma di equipaggiamento per trivellazione è elettrolucidata, principalmente al fine di una superpassivazione contro l'attacco di gas acidi. Molti compo-



Le vasche di processo nell'industria farmaceutica sono elettrolucidate per rispettare i più alti standard di igiene. Foto: Centro Inox, Milano (I)

nenti di piattaforme petrolifere, comprese condutture, pompe, valvole, condensatori e pareti coibentanti sono elettrolucidate come protezione contro aria e acqua salmastre.

Industria alimentare

L'elettrolucidatura assicura superficie levigate, facilmente pulibili ed esteticamente piacevoli, come richieste dall'industria, abbinate a qualità igieniche e non contaminanti impareggiabili. Questo processo riduce l'ossidazione e la contaminazione dei componenti in acciaio inox utilizzati in cucina, nell'industria casearia e negli equipaggiamenti per il processo automatico degli alimenti. Nel complesso per elettrolucidatura si realizza una superficie perfettamente pulita che offre la massima resistenza alle colonie batteriche ed alle particelle di prodotto.

ridurre la biocontaminazione che si può accumulare all'interno di questi sistemi. I componenti comunemente elettrolucidati nell'industria del trattamento delle acque e distillazione includono filtri, reti, strainer, pompe, valvole, condensatori e condutture.

Industria cartaria

I sistemi di conduttura per la polpa e le casse di flusso sono due delle molte applicazioni dell'elettrolucidatura nell'industria cartaria.

Spazi pubblici

L'elettrolucidatura, minimizzando la micro-rugosità superficiale e riducendo significativamente l'adesione dello sporco, facilita la rimozione di graffiti sulle superficie in acciaio inossidabile.

A sinistra:

Dopo vent'anni di servizio in una stazione della metropolitana, la combinazione di lucidatura meccanica e successiva elettrolucidatura si è dimostrata una pratica soluzione manutentiva.

Foto: Euro Inox, Bruxelles (B) / Rheinbahn AG, Düsseldorf (D)

A destra:

L'elettrolucidatura agevola notevolmente la rimozione dei graffiti.

Foto: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)



7 Glossario

area di misura

L'area di superficie esaminata in conformità a uno o più requisiti specificati

attivazione

eliminazione delle condizioni di superficie passiva

buffing (lucidatura)

levigatura di una superficie tramite un disco rotante flessibile alla cui superficie sono applicate particelle abrasive in sospensione liquida nella forma di una pasta o grasso in stick

NOTA: Una superficie lucidata è caratterizzata come semi brillante o brillante a specchio senza pronunciate linee caratteristiche sulla superficie.

catodo ausiliario

catodo posto in modo da deviare su se stesso parte della corrente dai pezzi che altrimenti riceverebbero una densità di corrente eccessiva

decapaggio

rimozione di ossidi o composti da una superficie metallica tramite azione chimica od elettrochimica

densità di corrente

rapporto tra la corrente sulla superficie di un elettrodo e l'area di tale superficie

NOTA: La densità di corrente si esprime spesso in amperes per decimetro quadro (A/dm^2)

drag-in

liquido portato in soluzione da oggetti ivi introdotti

drag-out

liquido estratto da una soluzione dagli oggetti da esso rimossi

dull finish (finitura opaca)

una finitura uniforme o tessitura fina, virtualmente priva di riflettività

elettrolucidatura

miglioramento della levigatura e brillantezza della superficie metallica rendendola anodo in una opportuna soluzione

Elettroplaccatura (galvanostegia)

elettrodeposizione

deposizione di un rivestimento aderente di metallo o lega su di un substrato mediante elettrolisi, per assicurare una superficie con proprietà o dimensioni diverse da quelle del metallo base

etch (incidere)

dissolvere selettivamente parte della superficie del metallo

finitura

apparenza del rivestimento o del materiale base (cf. finitura brillante, finiture opache, satinato)

finitura brillante

una finitura con superficie uniforme, liscia e ad alta riflettività

gassing (sviluppo di gas)

evoluzione dei gas dall'elettrodo/i durante l'elettrolisi

lucidatura, meccanica

levigatura di una superficie metallica tramite l'azione di particelle abrasive incollate alla superficie di dischi o nastri senza fine, generalmente mossi ad alta velocità

Anche grandi componenti come i reattori di polimerizzazione possono elettrolucidarsi.

Foto: Poligrat, Monaco (D)



matt finish (finitura opaca)

Una finitura essenzialmente priva di riflettività sia diffusa che speculare

passivazione

conferimento della passività ad una superficie metallica o ad un rivestimento elettrodepositato

pulizia

rimozione di materiale estraneo come ossidi, scaglie, olio, etc dalla superficie

› pulizia acida

pulizia (come sopra) tramite soluzioni acide

› pulizia alcalina

pulizia (come sopra) tramite soluzioni alcaline

› pulizia anodica

reverse cleaning (U.S.)

pulizia elettrolitica in cui il pezzo da pulire è l'anodo della cella

› pulizia elettrolitica

pulizia in cui la corrente continua attraversa la soluzione col pezzo da pulire che costituisce uno degli elettrodi

rastrelliera

supporto per sostenere e portare corrente ai pezzi durante l'elettrolucidatura e l'elettroplaccatura

sbavatura

rimozione di bordi vivi e bave con mezzi meccanici, chimici, o elettrochimici

scaglia

ossido aderente, più spesso della pellicola superficiale

sfregamento

levigatura della superficie tramite sfregamento, essenzialmente sotto pressione, piuttosto che per rimozione degli strati superficiali.

sgrassaggio

rimozione di grasso o olio da una superficie

smerigliatura

rimozione di materiale dalla superficie del pezzo tramite abrasivi contenuti o fissati ad un supporto rigido o flessibile, la smerigliatura è di solito il primo passo nelle operazioni di lucidatura

Soluzione elettrolitica

elettrolita

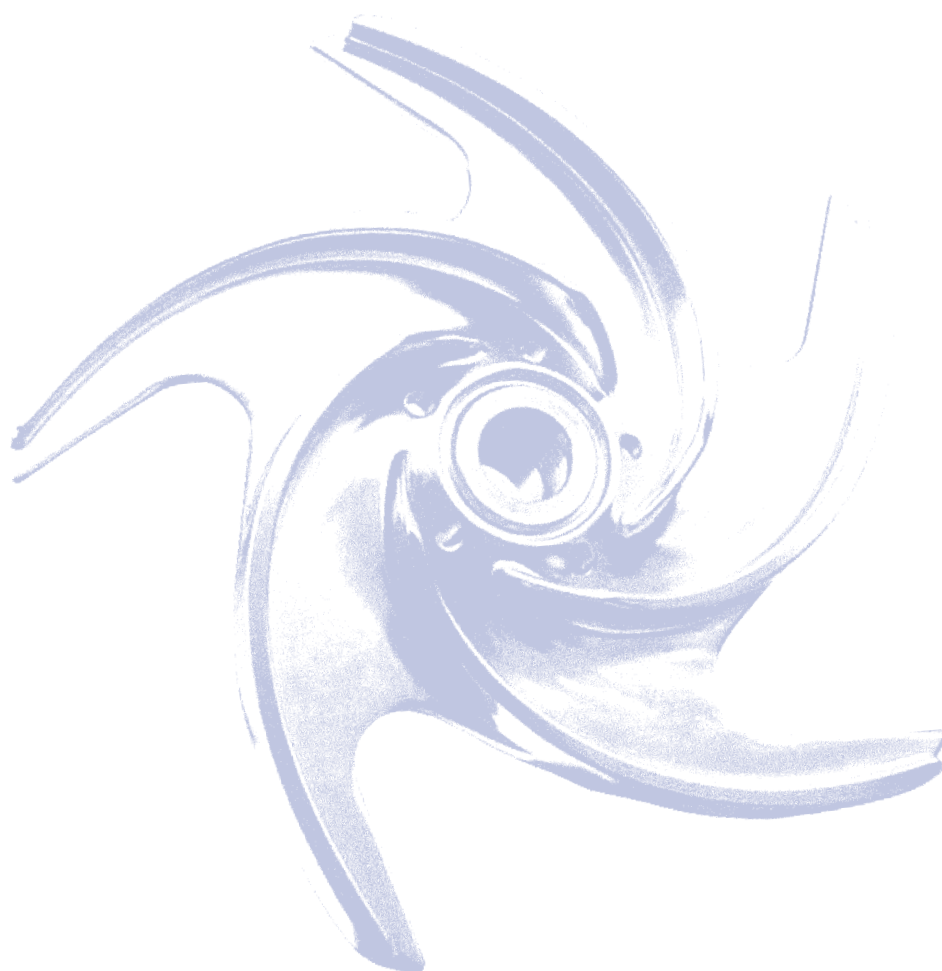
mezzo conduttore in cui il flusso di corrente si accompagna a trasporto di materia, essendo solitamente una soluzione acquosa di acidi, basi o sali del metallo da depositare disciolti.

trattamento superficiale

trattamento che modifica la superficie

8 Bibliografia

- [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 978-2-87997-314-2