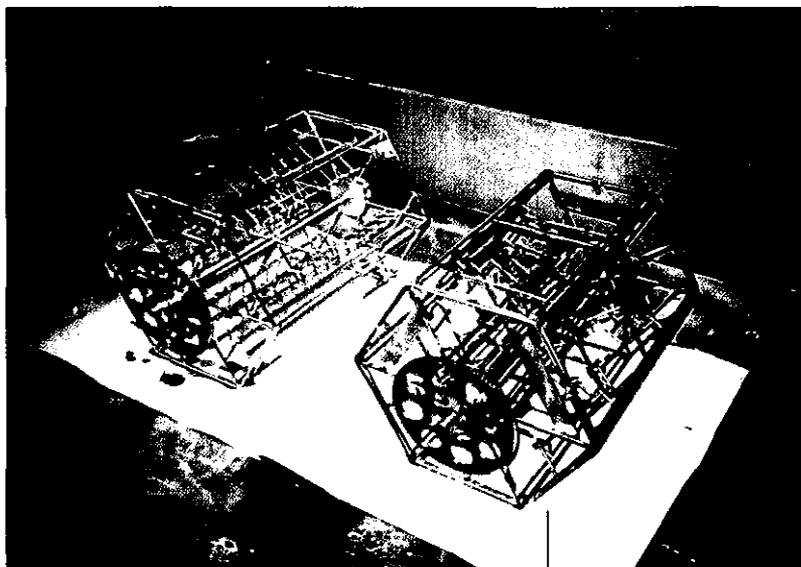


DELL'ELETT

DAL PROCESSO ALLE APPLICAZIONI SU COMPONENTI DI ACCIAIO INOSSIDABILE: ECCO UN MODO PER CONOSCERE I PUNTI DI FORZA DI QUESTO TRATTAMENTO ELETTROCHIMICO

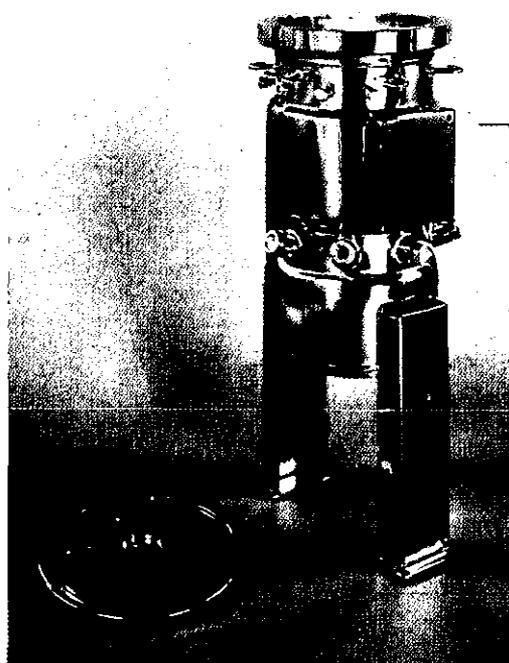
A CURA DI FAUSTO CAPELLI

In tutti i metalli, il più delle volte, non viene data molta rilevanza alla superficie, che solo in alcuni casi, assume un aspetto importante, come ad esempio, quando bisogna risolvere problemi di usura, di lubrificazione, oppure quando è prevalente l'aspetto estetico di un componente. Tuttavia, le valenze che una finitura superficiale può avere, specie se legata ad acciai inossidabili, sono diverse, anche perché estremamente diversificate sono le applicazioni che questi materiali hanno nei più svariati tipi di industrie: chimica, petrolchimica, farmaceutica, elettronica, trasporti, edili-



Piccolo serbatoio elettrolucidato per l'industria farmaceutica.

Cestelli elettrolucidati.



zia, ecc. In questi tipi di industrie esiste, a volte, la necessità di esaltare le proprietà caratteristiche degli acciai inossidabili, tipicamente la resistenza alla corrosione, le sue doti di igienicità, la levigatezza delle superfici, ecc., per cui spesso si ricorre a trattamenti superficiali non di natura meccanica, ma di natura chimica o elettrochimica, come la "elettrolucidatura" o "elettropulitura". Vediamo di capire meglio di che cosa si tratta e di descrivere il procedimento tecnologico.

IL TRATTAMENTO DI ELETTROLUCIDATURA O ELETTROPULITURA

Non è semplice parlare delle virtù dell'elettropulitura senza paragonarla agli altri metodi di finitura superficiale dell'acciaio inossidabile e alle superfici che si ottengono. Ovviamente, per tutti quelli che si occupano di elettropulitura, la tentazione è quella di essere parziali. Questo è anche dovuto alla convinzione che que-

LE VIRTÙ ELETTRICHE DELL'ELETTROPULITURA

Figura 1
Schema
di una cella
di lucidatura.

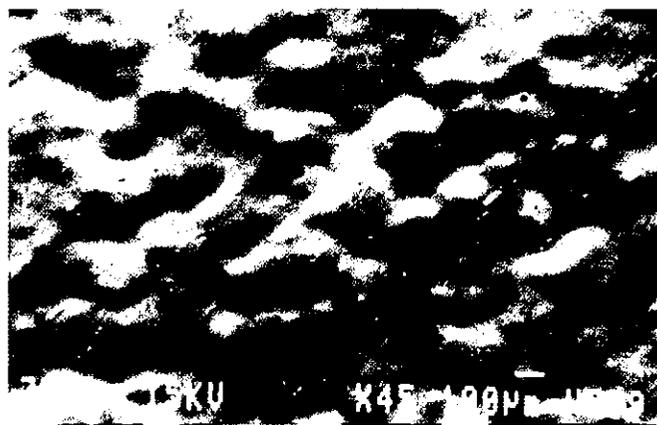
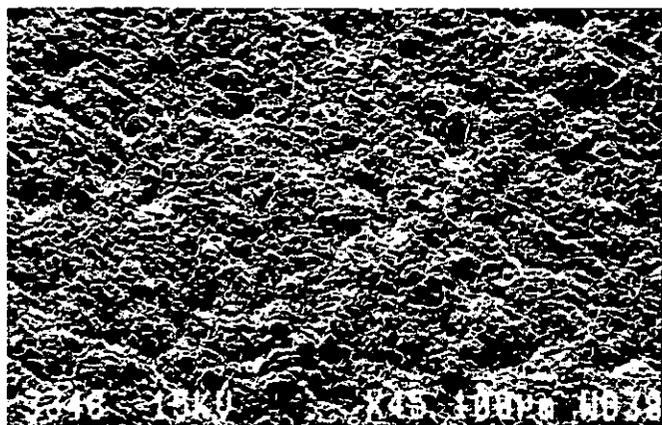
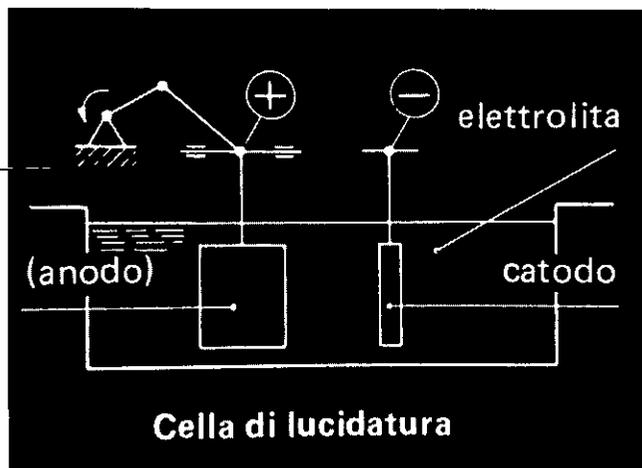


Figura 2
A sinistra, superficie di un tubo laminato a caldo e decapato (x 45), a destra, lo stesso tubo dopo il trattamento di lucidatura elettrolitica.

sto tipo di tecnologia conferisca delle proprietà metallurgiche e funzionali che non possono che essere le migliori. Comunque, non bisogna generalizzare, perché esistono numerosi esempi nell'industria alimentare, delle bevande, così come nella farmaceutica, in cui la finitura meccanica è sicuramente da considerare la più adeguata.

Spesso una combinazione tra finitura meccanica ed elettropulitura consente di ottenere un ottimo compromesso tra aspetto estetico e caratteristiche funzionali.

Ma che cos'è esattamente l'elettropulitura? È una tecnica di finitura superficiale che viene definita con diversi termini quali lucidatura elettrochimica, elettropulitura, brillantatura, pulitura elettrochimica. In parole semplici, non è altro che un procedimento galvanico "al contrario" (figura 1). Il particolare da trattare, infatti, viene connesso elettricamente al polo positivo di una sorgente

di corrente continua, normalmente un raddrizzatore. Il polo negativo diventa il catodo, che può essere anche di acciaio inossidabile. Entrambi sono immersi in un elettrolita che consiste in una miscela di acidi, in particolare fosforico e solforico e di inibitori di corrosione che garantiscono un'uniformità di asportazione di materiale nel tempo.

All'accensione del raddrizzatore, si crea un'abbondante formazione di gas, sia sul catodo che sull'anodo, e l'attività elettrochimica erode lentamente un sottile strato superficiale, tipicamente tra i 20 ed i 30 micron solo dal particolare trattato.

La forma che assume questa erosione è estremamente importante in quanto conferisce all'elettropulitura una delle sue principali caratteristiche, definita come microsbavatura.

Le micro-bave del componente trattato, ed i picchi presenti sulla superficie vengono progressivamente asportati e la superficie diventa sempre più levigata: la rugosità migliora normalmente di una percentuale compresa tra il 10% ed il 40% rispetto a

quella di partenza.

Un altro elemento interessante è che peggiore è lo stato di partenza delle superfici e maggiore è il miglioramento; in alcune condizioni si ottiene il 40% del valore di partenza. I tempi di trattamento nei diversi casi possono variare da pochi minuti fino addirittura a diverse ore.

La figura 2 mostra, ad esempio, una superficie di un tubo laminato a caldo e decapato prima e dopo il trattamento di lucidatura elettrolitica.

La figura 3 evidenzia una superficie sabbiata con sfere di vetro prima e dopo l'elettropulitura. Da tali immagini si può notare come i "picchi" dovuti alla rugosità superficiale vengano smussati con tale trattamento e si dia luogo a superfici molto più lisce.

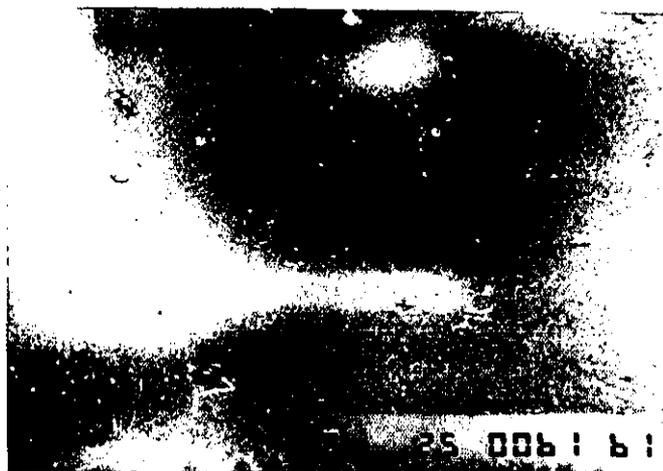
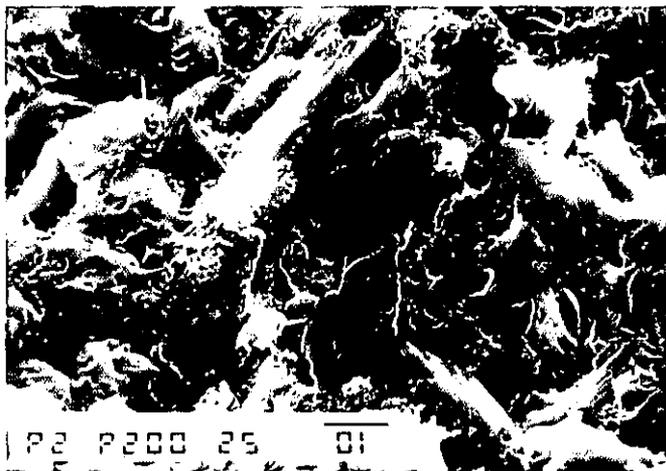


Figura 3
A sinistra, superficie sabbiata con sfere di vetro, a destra, la stessa superficie dopo l'elettropulitura.

Figura 4
Stampo in acciaio inox per la produzione di gelati sottoposto a elettrolucidatura.



Si deve comunque prestare molta attenzione alla lettura dei diagrammi di rugosità essenzialmente per due motivi. Il primo è legato al fatto che in taluni casi la rugosità sembra peggiore dopo il trattamento, ma questo è essenzialmente legato al fatto che la punta del rugosimetro è libera di "legger" i picchi e le valli della superficie mentre, prima, queste potevano essere livellate da residui di varia natura, come per esempio, le paste dei pulitori che spesso risultano inquinare lo strato superficiale con dei silicati di alluminio che vengono ceduti nel tempo, contaminando il prodotto di processo.

Il secondo elemento da tenere presente, parlando di rugosità, è che l'*Ra* di una superficie non identifica in modo univoco le prestazioni della stessa, che invece vengono garantite da una serie di diversi elementi.

Per esempio, la finitura meccanica interna di un tubo in acciaio inox, ottenuta con un'asportazione di materiale ed in un qualche modo ricalcando delle micro-bave su se stesse, otterrà comunque un miglioramento della rugosità. Questa superficie non sarà, in ogni caso, idonea per costruire delle tubazioni di distribuzione di iniettabili o per esempio di gas puri, in quanto rilascerà lentamente delle particelle intrappolate nella superficie, contaminando quanto a contatto con il tubo.

Solo con l'elettropulitura dell'interno della superficie del tubo potremo garantire che non vi siano presenti particelle contaminanti. Questo è stato verificato diverse

volte con un'indagine strumentale in grado di verificare la presenza di particelle all'interno di un liquido o di un gas.

Lo stesso criterio di analisi vale se andiamo ad analizzare qualsiasi serbatoio destinato alla produzione di medicinali come gli antibiotici. La geometria della superficie è anche strettamente relazionata alla possibilità di proliferazione di batteri. Un'ottima finitura con una grana 400 mostra un miglioramento rispetto ad un semplice decapaggio, ma il miglior risultato è stato ottenuto con una elettrolucidatura.

Tutti coloro interessati alla finitura superficiale dell'acciaio inox nei settori dell'alimentare, dell'imbottigliamento e della farmaceutica devono porsi come obiettivo quello di produrre una superficie "pulita". La definizione di pulito può essere riconosciuta come "senza sporco o altre impurità" oppure "privo di corpi estranei". Il grado di pulizia con riferimento all'acciaio inossidabile e la sua facilità di pulizia, così come la propensione a rimanere pulito, dipendono da quella che potremmo definire efficienza superficiale. Ad esempio, una finitura effettuata con una grana 80 ha sicuramente una minore efficienza rispetto ad una effettuata con grana 220. Un secondo fattore che entra in gioco è quello che possiamo definire integrità superficiale. Quando si salda o si pulisce con utensili meccanici, sono applicate forze meccaniche e termiche che producono delle alterazioni allo strato superficiale del materiale, e spesso interessano alcune decine di micron.

Questo tipo di fenomeno è stato oggetto di ricerca da parte di J. Wulff negli Stati Uniti, che ha analizzato gli effetti di alcune lavorazioni meccaniche e la capacità dell'elettrolucidatura di elimi-

narli. In alcuni casi si possono verificare delle circostanze che rischiano di interferire con la formazione del film di passivazione che rende l'acciaio inossidabile resistente alla corrosione. Uno dei casi più tipici è quello legato alla contaminazione ferrosa del manufatto, in cui si può incorrere durante le fasi di lavorazione così come durante lo stoccaggio del particolare in una zona non adeguata in prossimità di altre zone di lavoro di acciaio al carbonio. Altri casi di contaminazione possono essere dovuti alla sabbiatura effettuata con delle sabbie contaminate oppure alla finitura meccanica effettuata con degli utensili precedentemente utilizzati per la lavorazione di acciai comuni. In tutte queste situazioni dove sono presenti tali contaminazioni non si potrà formare in modo omogeneo il film di passivazione rendendo probabile un innesco di corrosione. Il ben conosciuto decapaggio è un modo di rimuovere economicamente queste contaminazioni superficiali in quanto consente di attaccare in modo controllato la superficie asportando al massimo uno spessore di 4/5 micron; questa semplice tecnica non consente però di ottenere l'alta qualità funzionale di un componente elettropulito.

Infatti l'elettropulitura consente di asportare senza problemi fino a 40 micron di materiale in tempi relativamente brevi anche grazie ad elettroliti "rapidi" che hanno dimezzato i normali tempi di trattamento. Questa asportazione è quella che ci permette di ridurre la rugosità e che ci garantisce di ritrovare il materiale di base completo di tutte le sue caratteristiche di resistenza.

ESEMPI DI APPLICAZIONE

Passiamo ad esaminare ora, un'applicazione nel settore alimentare; in figura 4 si può vedere un'attrezzatura di acciaio inossidabile AISI 304 (EN 1.4301) utilizzata per la fabbricazione di gelati, dove un'elevata scivolosità della superficie creata dalla elettrolucidatura, ha consentito un opportuno riempimento e svuotamento delle sedi occupate dal prodotto alimentare.

Macchinari pesanti per l'industria alimentare destinati ad utilizzi come macinare ossa in paste sono degli impieghi particolari ma interessanti dell'elettropulitura. A parte la difficoltà di intervenire meccanicamente su questi componenti, l'elettropulitura oltre ad arrivare in punti quasi inaccessibili da una pulitura meccanica ha il vantaggio di sbavare perfettamente i taglienti e renderli ancor più affilati aumentando l'efficienza del macchinario.

Molti dei produttori di vaschette per prodotti alimentari in acciaio inox destinate all'utilizzo in ristoranti, self-service, ecc., hanno adottato la tecnica dell'elettropulitura non solo per tutti i benefici funzionali di cui abbiamo parlato ma anche per il basso costo al metro quadro che si è potuto ottenere grazie agli alti numeri in gioco.

Molti degli attributi di non aderenza di una superficie elettropulita verrebbero comunque perduti se durante le operazioni di pulizia si dovesse intaccarla meccanicamente. L'industria farmaceutica sa quanto una superficie danneggiata può incoraggiare la crescita di elementi pirogeni che possono causare lo scarto di tutto il batch di preparazione. Le procedure di pulizia devono quindi essere attentamente controllate al fine di prevenire qualsiasi danno meccanico ma in molti casi quest'ultimo si verifica ugualmente. In una sfortunata situazione durante il montaggio in un serbatoio di miscelazione di un agitatore, quest'ultimo cadde procurando diversi danni al serbatoio. Senza rimuovere il serbatoio è stato possibile ripararlo meccanicamente e quindi elettropulirlo localmente con una tecnica a tampone.

L'elettrolita necessario viene pompato attraverso un materiale iso-



Figura 5

Salvavita in acciaio inox elettrolucidato. Un sottile dispositivo tubolare in acciaio inossidabile, usato nel trattamento dei pazienti cardiopatici, viene pulito chimicamente e poi elettrolucidato per ottenere una completa integrità superficiale. Il dispositivo, chiamato "stent" (tenditore), è utilizzato per mantenere aperto un passaggio nelle arterie bloccate e per rilasciare farmaci antitrombotici nel punto preciso del corpo dove questi sono richiesti. La lavorazione dell'intricata maglia superficiale lascia microscopiche bave sul tubicino. L'elettropulitura, effettuata in ambiente strettamente controllato rimuove le bave e accresce la pulibilità superficiale. Gli "stent" sono realizzati utilizzando uno speciale tipo di acciaio inossidabile austenitico, simile all'AISI 316L.

lante all'interno del quale risiede il catodo che è collegato ad un raddrizzatore portatile: l'elettropulitura si effettua passando avanti ed indietro il tampone sulla zona da ripristinare, mentre l'elettrolita viene recuperato dal fondo del serbatoio e quindi ripompato sul catodo. Ritornando alle applicazioni l'elettrolucidatura è anche normalmente impiegata come finitura da numerosi produttori di quadri elettrici realizzati in acciaio inossidabile. Nell'industria alimentare viene usato un significativo numero di scaffalature in acciaio inox. Facili da assemblare queste unità sono costruite in filo e saldate tenendo divisi i ripiani ed i supporti: oltre a considerazione di carattere igienico, l'elettropulitura è l'unica tecnica pratica ed economica per poter ottenere una finitura brillante e pulita su questo relativamente complesso articolo in filo. Queste considerazioni possono essere estese a numerosi articoli realizzati in filo di acciaio inossidabile realizzati per i più disparati settori. L'industria delle bevande (drinks industry) sembra essere tra le più resistenti a riconoscere i benefici dell'elet-

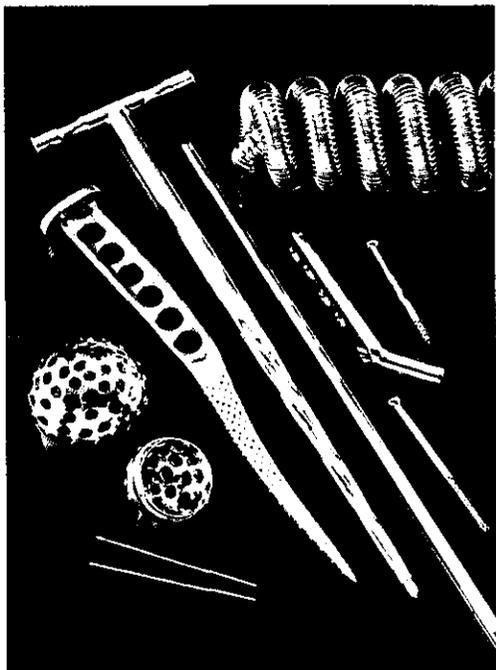


Figura 6
Strumentario chirurgico e componenti per implantologia. Anche gli elementi per l'implantologia endo - ossea sono realizzati con acciaio inossidabile del tipo 316L (elaborato in ESR: Electro Slag Remelting). Gli strumenti chirurgici sono comunemente costruiti con acciai inox martensitici (serie 400). Questi acciai possono, attraverso opportuni trattamenti termici, consentire la realizzazione di strumenti di elevata durezza. Tutti questi particolari, ma soprattutto quelli da impiantare permanentemente nel corpo umano, sono elettrolucidati.

tropulitura. Recentemente un'industria di primaria importanza nel settore, ha deciso di abbandonare il semplice decapaggio e la tradizionale finitura meccanica a favore dell'elettropulitura, estendendo questa tecnica a tutte le parti a contatto con il prodotto certa di eliminare qualsiasi problematica di cessione. Piccoli serbatoi dell'acqua calda utilizzati nei distributori automatici di bevande calde, vengono elettropuliti sia esternamente che internamente al fine di ridurre la possibilità di crescita batteriche. Parte della regolare manutenzione delle macchine in cui vengono installati consiste nel lavare e sterilizzare proprio questi serbatoietti.

CONCLUSIONE

Possiamo infine riassumere i principali punti di forza dell'elettropulitura: sbavatura in campo micro della struttura superficiale ed ottenimento di una struttura compatta ed una ridotta superficie specifica; ottenimento di una superficie pulita con un eccellente film di passività per una massima resistenza alla corrosione eliminazione di tutti i depositi e le contaminazioni superficiali; riduzione dei tempi di pulizia delle superfici per merito degli ottimi attributi di non aderenza; ottenimento di una superficie riflettiva e gradevole da un punto di vista estetico, nel tempo.

Rmo

FAUSTO CAPELLI, Centro Inox, Milano

Relazione presentata al convegno "Le finiture superficiali degli acciai inossidabili" del 25 novembre 1998 dall'ing. Massimo Rigatti - Delmet (Gorgonzola MI).

MOLLE A TAZZA DIN 2093

UBK[®]
srl

Via XXV Aprile, 19
20097 San Donato Milanese (MI)
Tel. (02) 515051 (5 linee r.a.)
Fax (02) 510660 - (02) 55700633

