

# L'ELETTROLUCIDATURA E GLI ACCIAI INOX

Alcune considerazioni sulla lucidatura elettrolitica  
degli acciai inossidabili  
ed alcuni esempi applicativi

**FAUSTO CAPELLI**

**Q**uando si pensa agli acciai inossidabili, il concetto che viene di solito alla mente è quello legato ad un materiale che comunque e sempre debba dare garanzie di resistenza alla corrosione negli ambienti aggressivi più disparati.

Queste circostanze si verificano solo quando vengono coordinati e scelti opportunamente alcuni parametri che sono legati essenzialmente al tipo di acciaio inox in funzione dell'ambiente nel quale dovrà lavorare, alla concentrazione ed alle temperature dei fluidi aggressivi, alla loro velocità, al disegno del pezzo, all'accoppiamento con altri materiali ed anche alla finitura superficiale del metallo.

Solamente con un'accurata considerazione e valutazione del "peso" che possiedono questi parametri è possibile operare una scelta ottimale sul tipo di acciaio inossidabile da impiegare in un determinato ambiente ed ottenere, di conseguenza, soddisfacenti risultati di durata del componente nel tempo.

Tra i parametri succitati un ruolo certamente non trascurabile, ai fini della resistenza alla corrosione, risulta avere il grado di finitura superficiale.

La superficie di un generico metallo, infatti, rappresenta l'elemento di separazione tra il manufatto e l'ambiente nel quale esso è immerso, ri-

sulta quindi necessario che in superficie si abbiano il più possibile immutate tutte le caratteristiche chimico-fisiche tipiche della lega, oltre che ad una opportuna rugosità ed assenza di contaminazione.

Queste considerazioni valgono naturalmente per qualsiasi tipo di materiale ai fini dell'ottimizzazione della resistenza alla corrosione, ma valgono in particolare per tutti i materiali autopassivanti come gli acciai inossidabili che, per rendere stabile lo strato passivo superficiale, hanno la necessità di scambiare continuamente ossigeno con l'ambiente circostante.

Oltre alle considerazioni relative alla resistenza alla corrosione, derivanti da una opportuna finitura superficiale, ricordiamo anche la problematica relativa all'aspetto estetico dei manufatti di acciaio inossidabile. Nell'ambito dei vari tipi di finiture superficiali, ottenibili meccanicamente o non, particolare importanza assume la lucidatura dell'acciaio inox ottenuta per via elettrochimica.

Tale tipo di finitura viene di solito realizzata per casi applicativi particolari dove il componente riveste ruoli di elevata "responsabilità" e dove quindi la bassa rugosità, la pulizia e la costanza della finitura superficiale sono elementi essenziali. Si pensi, ad esempio, all'igienicità di un materiale legato anche a possibili fenomeni di cessione nei confronti della sostanza o dell'ambiente circostante, oppure ai fenomeni di contaminazione da parte di altri metalli che potrebbero creare, in esercizio, problemi di corrosione o di variazione delle ca-

ratteristiche proprie della lega. I settori applicativi nei quali la lucidatura elettrolitica è più richiesta sono quello alimentare, quello chimico, farmaceutico, elettronico e dei trasporti. Facciamo quindi alcune considerazioni su questo tipo di trattamento superficiale, per poi passare ad illustrare alcuni esempi pratici applicativi.

## L'elettrolucidatura

Questo procedimento è idoneo per manufatti costruiti in serie e di dimensioni non rilevanti, la cui forma renderebbe troppo costosa la lucidatura meccanica a causa della difficile accessibilità delle cavità interne (per esempio, caffettiere, teiere, ecc.), oppure, per l'elevato rapporto tra vuoti e pieni (per esempio, griglie, calandre, ecc.).

Il sistema consiste in un bagno di soluzione elettrolitica, in cui il manufatto da lucidare costituisce l'anodo di una cella per elettrolisi, mentre il catodo è di solito realizzato da un piatto di rame o di acciaio inox AISI 304 oppure, a volte, di piombo (figura 1).

La vasca che contiene la soluzione elettrolitica è normalmente ricoperta, all'interno, di materiale plastico o di mattoni antiacido, oppure in piombo.

L'apparecchiatura elettrolitica deve essere in grado di erogare corrente continua ad una tensione di 5 + 15 V e la densità di corrente riferita alla superficie da trattare di solito è al massimo 0,5 A/cm<sup>2</sup> e pertanto è necessario disporre di intensità di corrente proporzionata al totale delle superfici di tutti i pezzi trattati nello

Ing. F. Capelli,  
Direttore del Centro Inox, Milano.

stesso tempo.

La temperatura del bagno è sempre superiore a quella ambiente e deve essere fissata opportunamente in funzione del tipo di soluzione e del tipo di materiale da trattare.

Il principio della lucidatura elettrochimica è il contrario di quello della deposizione galvanica.

Consiste in una asportazione di materiale con dissoluzione selettiva della superficie del pezzo inserita anodicamente entro un elettrolita, sotto l'azione di una fonte esterna di corrente.

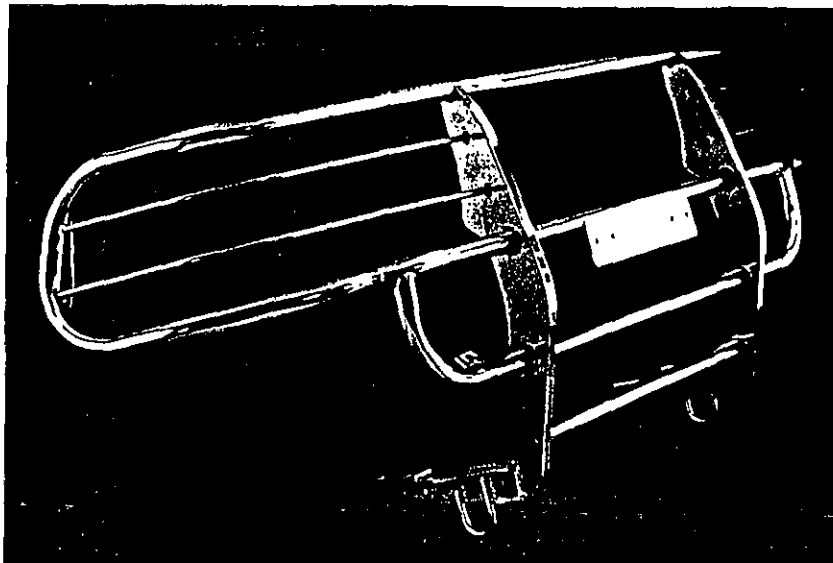
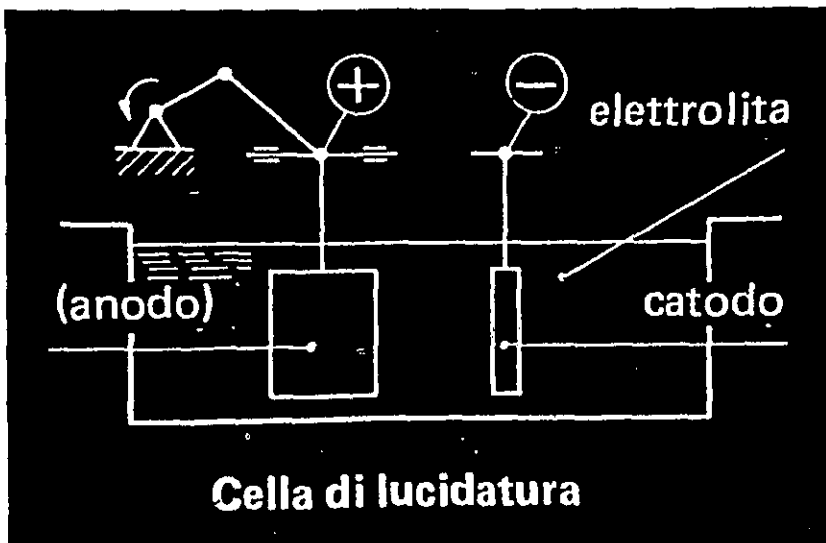
La dissoluzione del metallo avviene in condizioni geometricamente spiananti senza attacco intergranulare e senza effetti meccanici, termici o chimici sul materiale.

Sotto l'effetto della corrente di lucidatura l'elettrolita, durante il procedimento di lucidatura, forma sulla superficie dei pezzi il cosiddetto film di lucidatura, uno strato povero d'acqua, viscoso, con elevata resistenza alla diffusione.

Punte di rugosità con dimensioni inferiori allo spessore del film di lucidatura, vengono preferibilmente asportate e da questo risulta una levigatura ed un livellamento in campo micro. Strutture macroscopiche vengono levigate ed arrotondate sulla superficie, ma non livellate.

Lo spessore degli strati da asportare con la lucidatura elettrochimica è esattamente riproducibile mediante densità di corrente e tempo di lavorazione ed in pratica è di circa  $5 + 15 \mu\text{m}$ . La maggior parte dei metalli e delle leghe tecnicamente utilizzabili possono venir trattati con la lucidatura elettrochimica, operazione in cui solitamente si impiegano elettroliti costituiti da miscele di acidi minerali concentrati.

1. Schema di una cella elettrolitica per l'elettrolucidatura.



2. Paraurti inox per auto fuoristrada elettrolucidato (Delmet, Gorgonzola - MI).

### Caratteristiche delle superfici

La lucidatura elettrochimica elimina strati superficiali danneggiati e resi impuri da materiali estranei unitamente alle tensioni ed alle microcricche in essi contenute, in modo che la superficie finale è costituita dalla struttura di base pura e non danneggiata del materiale di volta in volta in questione.

La superficie lucidata elettrochimicamente

è metallicamente pura, levigata e compatta in campo micro e rivela inoltre uno sviluppo notevolmente ridotto in confronto alle superfici trattate meccanicamente.

Tale superficie si trova ad un livello di energia potenzialmente basso e di regola è esente da tensioni locali di trazione e compressione.

In campo macro è contraddistinta da una certa ondulazione residua, la cui dimensione dipende dallo strato iniziale delle superfici, dalla durata della lucidatura elettrochimica e dalla finezza della struttura cristallina.

Questa ondulazione residua di solito non è significativa per il comportamento funzionale delle superfici, ma dà tuttavia una falsa immagine della qualità superficiale, se per la sua definizione vengono indicati esclusivamente i valori di rugosità.

Questi rappresentano dati geometrici e non sono determinanti per il confronto del comportamento funzionale delle superfici, che sono state ottenute con procedimenti differenti.

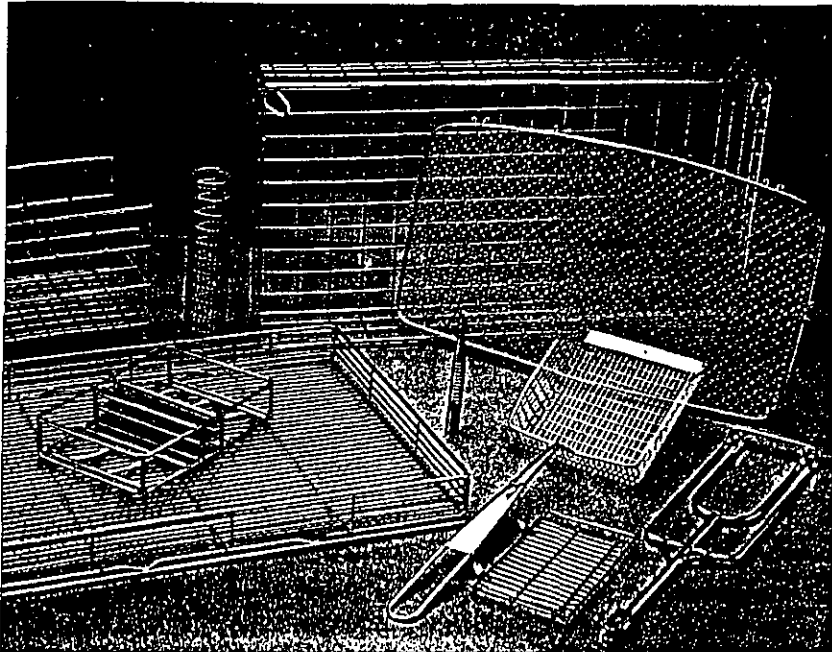
Il grado di lucentezza delle superfici lucidate elettrochimicamente è di regola più elevato di quello delle superfici lucidate meccanicamente, tuttavia - a causa dell'ondulazione residua - non si ha un effetto di lucentezza a specchio, ma una riflessione leggermente diffusa.

Le superfici lucidate elettrochimicamente sono esenti in tutta la loro estensione, anche nelle zone più difficilmente accessibili, da bave, lamelle e bavette incluse e microcricche.

**L'aumento  
della resistenza  
alla corrosione**

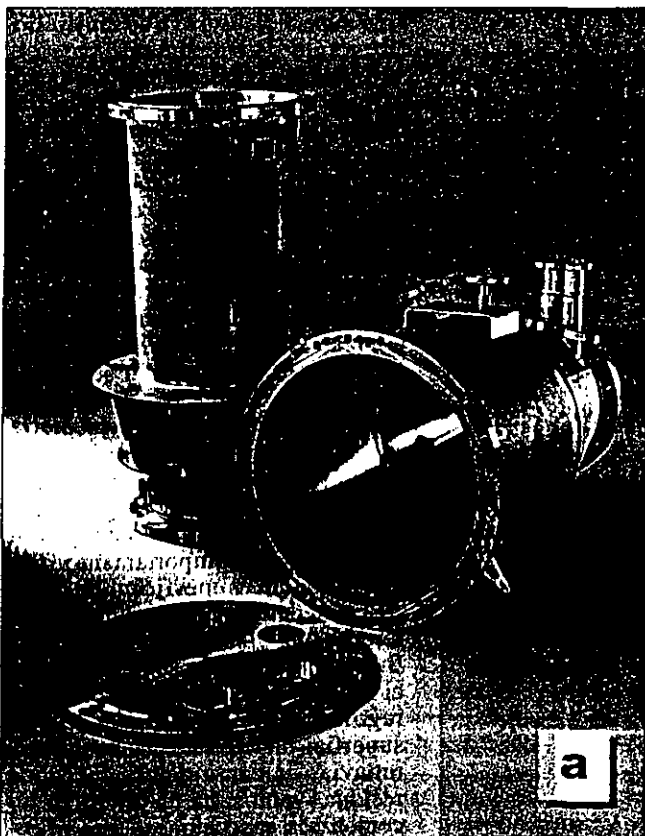
Le superfici lucidate elettrochimicamente, a causa dell'eliminazione di elementi locali come impurità, difetti strutturali e tensioni, hanno la miglior resistenza alla corrosione possibile per il materiale di volta in volta impiegato.

Durante la lucidatura elettrochimica sulla superficie dei pezzi si libera ossigeno, che si arricchisce nel film di lucidatura e porta alla formazione di strati passivi contenenti ossidi subito dopo aver disinserito la corrente di lucidatura. Per i vari materiali non sussiste il pericolo dell'infragilimento da idrogeno, poiché per tutta la durata del procedimento la superficie dei pezzi non viene a contatto con l'idrogeno. La lucidatura elettrochimica crea specialmente sulle superfici di acciaio inossidabile le premesse ideali per una formazione dello strato passivo, in cui un leggero arricchimento degli elementi di lega cromo e nichel sulla superficie lucidata rappresenta



3. Componenti di acciaio inossidabile elettrolucidati ricavati da filo (Delmet, Gorgonzola - MI).

82



4. Apparecchiatura di AISI 316 per l'industria chimica, prima (a) e dopo (b) il trattamento di lucidatura elettrolitica (Delmet, Gorgonzola - MI).

**5. Elemento di AISI 316L ESR  
per l'osteosintesi elettrolucidato  
(Gruppo Industriale Bioimpianti,  
Peschiera Borromeo - MI).**

un ulteriore vantaggio. La elevata passività delle superfici lucidate elettrochimicamente porta alla soppressione delle reazioni catalitiche delle superfici metalliche con i mezzi circostanti ed i fenomeni negativi da ciò risultanti.

**Alcuni componenti  
trattati**

Si è pensato di radunare alcuni manufatti di acciaio inossidabile, particolarmente significativi, che hanno subito il trattamento di elettrolucidatura per motivi di natura funzionale ed anche di natura estetica.

Le finiture superficiali sono state eseguite da società specializzate in questi trattamenti.

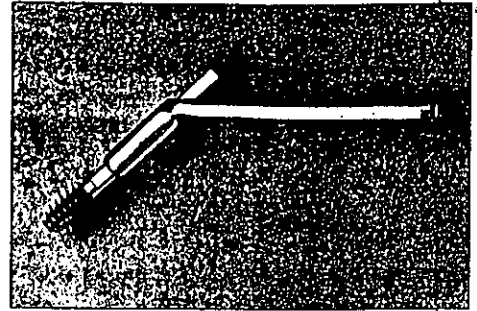
Nella figura 2 è rappresentato un paraurti per un fuoristrada di acciaio inossidabile realizzato con tubi, piatto e barre, completamente

elettrolucidato. Su tale componente sono stati condotti test in nebbia salina e si è potuto verificare che tale finitura garantisce prestazioni di resistenza alla corrosione decisamente superiori alle finiture meccaniche. In particolare, il componente illustrato ha superato, dopo l'elettropulitura, 200 ore di test in nebbia salina senza mostrare alcun segno di corrosione.

Macchie di ruggine e pitting, cioè corrosione puntiforme localizzata, erano invece presenti dopo solo 12 ore di test in nebbia salina sul medesimo manufatto trattato in maniera tradizionale.

Si può verificare il caso che con la lucidatura meccanica, il calore generato dal trattamento, alteri la struttura del metallo in superficie, rendendo l'inox più sensibile ai fenomeni di innesco di corrosione.

Inoltre alcuni prodotti che vengono



utilizzati per aumentare la lucentezza della superficie e sono normalmente applicati prima dell'operazione di lucidatura meccanica, possono impedire la formazione omogenea dello strato passivo dell'acciaio inossidabile, favorendo, in alcuni punti, l'innesco a corrosioni localizzate. In figura 3 si sono riportati dei particolari in filo (griglie, resistenze, filtri) di AISI 304 elettropuliti con un nuovo tipo di elettrolita che consente migliori risultati estetici. In figura 4 si può notare una apparecchiatura destinata all'industria chimica, realizzata in AISI 316: in (a) prima del trattamento e in (b) dopo l'elettrolucidatura. Infine in figura 5 è riportato un elemento per l'osteosintesi realizzato in AISI 316L ESR (Electro Slag Remelting) elettrolucidato.