



Facciata del CSM  
(Centro Sviluppo  
Materiali) di  
Castelromano  
(Roma), realizzata  
con elementi inox.

## Inattaccabile inox!

Il decapaggio e il trattamento di passivazione  
di componenti di acciaio inossidabile

di Fausto Capelli direttore del Centro Inox di Milano



Quando si parla di acciaio inossidabile è quasi automatico pensare a un materiale che comunque e sempre debba reggere ai più svariati ambienti e mantenere le proprietà intrinseche che lo contraddistinguono, evitando ogni tipo di fenomeno corrosivo.

In effetti non sempre è così. Intanto esistono diversi tipi di acciai inox ed è necessario valutare opportunamente le condizioni ambientali in funzione

delle prestazioni che le singole leghe possono fornire; in secondo luogo è necessario garantire il più possibile ai componenti inox di poter esplicare le loro doti di inossidabilità nella maniera migliore.

Per poter garantire questo è necessario che le condizioni superficiali siano efficienti, in maniera tale da consentire la formazione omogenea della pellicola di ossidi tipica dei materiali autopassivanti.

**COS'È L'AUTOPASSIVAZIONE**

Gli acciai inossidabili, grazie al tenore in cromo contenuto nella lega (almeno l'11%), si ricoprono di un film di ossidi molto sottile che li preserva dai fenomeni corrosivi. Questa protezione non deve pensarsi statica ma dinamicamente stabile, vale a dire se trova le condizioni ambientali opportune è in grado di ricostituirsi anche se asportata meccanicamente.

Le condizioni perché tale pellicola sia stabile è che esista nell'ambiente circostante (acqua, aria, soluzioni varie), una sufficiente quantità di ossigeno che possa creare, grazie al cromo contenuto nel materiale, gli ossidi di protezione.

Naturalmente la stabilità e l'ancoraggio di questa pellicola passiva dipende dalla percentuale di cromo contenuto nell'acciaio, nel senso che tanto maggiore è questa percentuale, tanto più resistente sarà lo strato passivo.

Esistono inoltre altri elementi che influenzano l'ancoraggio e lo spessore di tale film e di conseguenza la resistenza alla corrosione dell'acciaio. Questi elementi sono il nichel, il molibdeno, il titanio, ecc. Esistono pertanto acciai inox con diversi gradi di nobiltà, che possono quindi garantire resistenza alla corrosione molto elevata anche in

*Il trattamento di decapaggio è finalizzato a rimuovere le scaglie di ossidi resistenti, formati a causa del riscaldamento a temperatura elevata con presenza di ossigeno atmosferico*

ambienti particolarmente aggressivi, grazie al film di passivazione particolarmente forte.

Tuttavia, perché il fenomeno dell'autopassivazione possa verificarsi e ritenersi stabile, è necessario, oltre a poter garantire le condizioni ambientali sopra descritte, che lo stato superficiale dell'acciaio sia esente da qualsiasi elemento che possa ostacolare o ritardare il fenomeno dell'autopassivazione. Ci si riferisce in particolare a ossi-

di di saldatura o comunque ossidi dovuti ad alterazioni termiche, sostanze contaminanti (per esempio da altri metalli, come l'acciaio al carbonio), sporcizie di varia natura.

Capita spesso, infatti, che componenti o semilavorati inox che subiscono processi vari di lavorazioni o di saldatura, presentino in superficie delle alterazioni dovute ai sistemi di trasformazione, che possono lasciare in superficie tracce di ossido di materiali contaminanti.

Quindi, affinché il manufatto inox possa estrinsecare al massimo le sue proprietà anticorrosive, è necessario poter garantire una superficie decapata e passivata, vale a dire in grado di espletare nel miglior modo possibile le proprietà di autopassivazione.

**IL DECAPAGGIO E LA PASSIVAZIONE**

Esistono diversi metodi per realizzare le situazioni superficiali sopra descritte. Questi vengono di solito scelti in funzione del genere di ossido o di contaminazione dell'acciaio tenendo però anche presente il genere di materiale, la forma, la tipologia del componente e il numero di pezzi sui quali operare il processo.

In generale, il trattamento di decapaggio vero e proprio è finalizzato a rimuovere le scaglie di ossidi resistenti, formati in conseguenza di riscaldamento in temperatura elevata con presenza di ossigeno atmosferico. Un po' come accade, per esempio, per la laminazione a caldo e la fucinatura, i trattamenti termici, la saldatura, ecc.

Il trattamento di passivazione, invece, è indicato soprattutto per ripristinare il naturale strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare le tracce dei metalli che possono avere contaminato la sua superficie. Tale trattamento viene infatti più propriamente chiamato "decontaminazione" e in generale si fa seguire al processo di decapaggio.

La passivazione quindi è necessaria per evitare l'innescio di corrosioni localizzate sull'acciaio inox, in particolare per evitare corrosioni da "pitting" e da "erosione".

Infatti la deposizione sulla superficie dell'acciaio inossidabile di metalli più anodici, come per esempio l'acciaio al

carbonio, può creare le premesse, anche in ambienti non molto corrosivi, per un inizio di macchiatura superficiale.

I sistemi di decapaggio possono essere di tipo meccanico o di tipo chimico; in alcuni casi quelli meccanici possono precedere quelli chimici, soprattutto quando la quantità di scaglia è considerevole e risulta molto ancorata alla superficie metallica.

Nel caso dei decapaggi per via chimica, che sono quelli più diffusi, si procede con bagni acidi portati a temperature superiori a quella ambiente e con dei tempi di permanenza in funzione al tipo di scaglia da asportare e alla sua aderenza.

Ogni bagno di decapaggio deve prevedere gli opportuni impianti e sistemi di sicurezza, a causa della tossicità e dell'aggressività degli elementi

chimici impiegati con, naturalmente, i relativi sistemi di smaltimento o di trattamento delle acque acide.

Risulta inoltre necessario evitare dei tempi di permanenza troppo prolungati nei bagni di decapaggio, per non danneggiare i manufatti che dovranno, prima di ogni processo, essere esaminati attentamente, per evitare che fessure, interstizi o cavità in generale chiuse, rappresentino zone non facilmente accessibili per il lavaggio finale con acqua.

Nel caso di decapaggio di componenti realizzati con acciai inossidabili austenitici sensibilizzati (come i pezzi con molte saldature su spessori rilevanti), è necessario porre particolare cura per evitare eventuali fenomeni di corrosione intergranulare.

Normalmente, dopo il bagno, l'elemento trattato deve essere rapidamen-

T 1. Alcuni tipi di bagni di decapaggio e modalità operative.

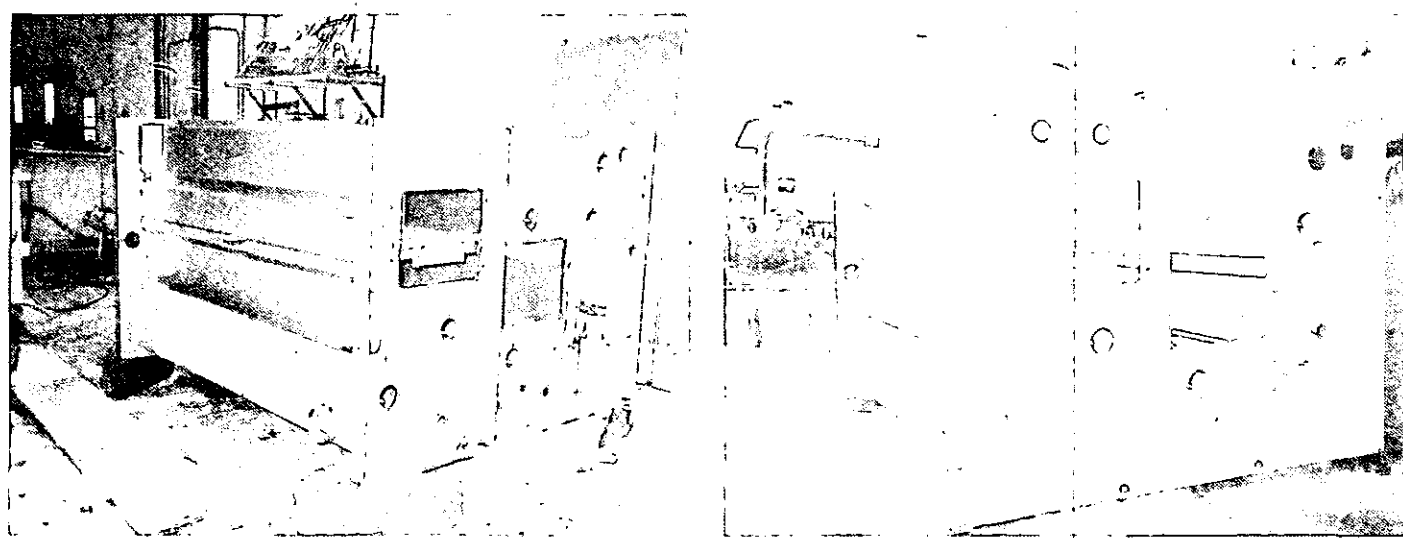
Acciai inossidabili	Condizioni	Bagno		
		Composizione % (1) (in volume)	Temperatura °C	Durata min.
Acciai della serie 200, 300, 400, e indurenti per precipitazione eccetto quelli a lavorabilità migliorata	Solubilizzati o ricotti o ricristallizzati	acido solforico (2) 8 ÷ 11	65 ÷ 85	5 ÷ 45 max. (3)
Acciai della serie 200 e 300. Acciai della serie 400 con Cr ≥ 16% e acciai indurenti per precipitazione. Esclusi quelli a lavorabilità migliorata.	idem	Acido nitrico 15 ÷ 25 + acido fluoridrico 1 ÷ 4	20 ÷ 60	5 ÷ 30 (3)
Acciai a lavorabilità migliorata e acciai della serie 400 con Cr < 16%	idem + acido fluoridrico 0,5 ÷ 1,5	Acido nitrico 10 ÷ 15	20 con cautela anche fino a 60	5 ÷ 30 (3)
Acciai della serie 200 e 300. Acciai della serie 400 con Cr ≥ 16% e indurenti per precipitazione. Esclusi quelli a lavorabilità migliorata (*)	idem	Acido nitrico 6 ÷ 15 + acido fluoridrico 0,5 ÷ 1,5	20 ÷ 60	10
Acciai a lavorabilità migliorata e acciai della serie 400 con Cr < 16% (4)	idem	Acido nitrico 10 + acido fluoridrico 0,5 ÷ 1,5	20 con cautela anche fino a 60	1 ÷ 2

(1) Le soluzioni s'intendono preparate con reagenti aventi le seguenti concentrazioni in peso: acido solforico 98%; acido nitrico 67%; acido fluoridrico 70%.

(2) La scaglia sottile aderente può essere rimossa con un bagno di durata limitata in questa soluzione seguito da risciacquo in acqua e successivo bagno in soluzione nitrica-fluoridrica (6 ÷ 15% acido nitrico; 0,5 ÷ 1,5% acido fluoridrico) con le modalità indicate.

(3) Per prevenire un eccesso di decapaggio e ottenere la superficie desiderata si può adottare un tempo minimo di immersione nel bagno. Vanno comunque eseguite delle prove per stabilire i tempi esatti di immersione.

(4) Da utilizzare dopo trattamento di decapaggio meccanico o altro decapaggio chimico per rimuovere le parti residue di scaglia e per pervenire a una finitura uniforme bianco-argentea.



**1. Decapaggio e passivazione eseguiti su un componente di acciaio inossidabile (AISI 304), con sistema automatizzato in camera, secondo procedimento Delmet-Ecoinox.**

te raffreddato e lavato in acqua; questo ultimo passaggio consente il distacco delle ultime tracce di scaglia dalla superficie. Nella tabella 1 sono stati indicati orientativamente alcuni tipi di bagni di decapaggio, con le relative modalità operative.

Quando non è possibile eseguire il trattamento in bagno, per le dimensioni del componente oppure si volesse eseguire il decapaggio soltanto su di

una parte del componente, è necessario ricorrere alle "paste decapanti" molto impiegate per i cordoni di saldatura, utilizzate a freddo sulle zone da decapare.

Relativamente alla passivazione, normalmente condotta in bagni, si opera con liquidi meno aggressivi dal punto di vista chimico, ma gli impianti necessitano comunque di sistemi di smaltimento e di sicurezza opportuni. Lo sco-

**T2. Bagni di decontaminazione tipici, con le modalità operative.**

Acciai inossidabili	Condizioni	Bagno	
		Composizione % (*) (in volume)	Temperatura Durata °C min
Acciai della serie 200, 300, 400 con Cr ≥ 16% e indurenti per precipitazione	Addolciti, laminati a freddo o in-cruditi a freddo con superfici opache e non riflettenti	acido nitrico 20 ÷ 40	50 ÷ 70 20 ÷ 30 20 ÷ 35 60
	Addolciti, laminati a freddo o in-cruditi a freddo con superfici brillanti o lucidate	acido nitrico 20 ÷ 40 + bicromato sodico 2 ÷ 6 (in peso)	40 ÷ 55 20 ÷ 30 20 ÷ 35 60
Acciai della serie 400 con Cr < 16% e indurenti per precipitazione	Addolciti o temprati con superfici opache non riflettenti	acido nitrico 20 ÷ 50	40 ÷ 55 20 ÷ 30 20 ÷ 35 60
	Addolciti o temprati con superfici brillanti o lucidate	acido nitrico 20 ÷ 50 + bicromato sodico 2 ÷ 6 (in peso)	40 ÷ 55 20 ÷ 30 20 ÷ 35 60
Acciai della serie 300 e 400 a lavorabilità migliorata	Addolciti o temprati con superfici brillanti o lucidate	acido nitrico 20 ÷ 50 + bicromato sodico 2 ÷ 6 (in peso)	40 ÷ 55 20 ÷ 30 20 ÷ 35 60

Nota: Gli acciai inossidabili ad alto contenuto di carbonio e quelli a lavorabilità migliorata possono essere soggetti ad attacchi o concause a decolorazioni per contatto con acido nitrico. Questa tendenza può essere diminuita adottando elevate concentrazioni di acido con inibitori. A volte è opportuno evitare la decontaminazione con bagno acido e ricorrere a decontaminazioni meccaniche seguite da un buon lavaggio con acqua calda e detersivi neutri. (\*) La composizione del bagno si intende ottenuta con acido nitrico al 67% in peso.

po di questo trattamento, come già accennato, è quello di ripristinare lo strato di protezione accelerando il processo di passivazione naturale dell'acciaio inossidabile.

Nella tabella 2 sono stati elencati i bagni di decontaminazione tipici, con le modalità operative.

Anche per la decontaminazione, come per il decapaggio possono essere utilizzate paste per il trattamento localizzato di parti di componenti.

#### DA CHI FARLO FARE?

Spesso i generici costruttori di manufatti inox, da chi produce minuterie metalliche a chi costruisce grossi serbatoi, per esempio, si trovano di fronte al problema dei trattamenti superficiali che devono seguire le normali operazioni di lavorazione meccanica, trattamento termico e di saldatura.

I problemi, anche se a prima vista possono sembrare semplici, sono invece spesso volte complessi e articolati.

In primo luogo è necessario possedere gli adeguati impianti di trattamento con le relative apparecchiature di sicurezza; inoltre è necessario valuta-

potrebbe raggiungere in vasca.

Per esemplificare questi trattamenti, sono stati riportati, in questo articolo, dei componenti trattati, per conto terzi, con tali sistemi, particolarmente efficaci e innovativi.

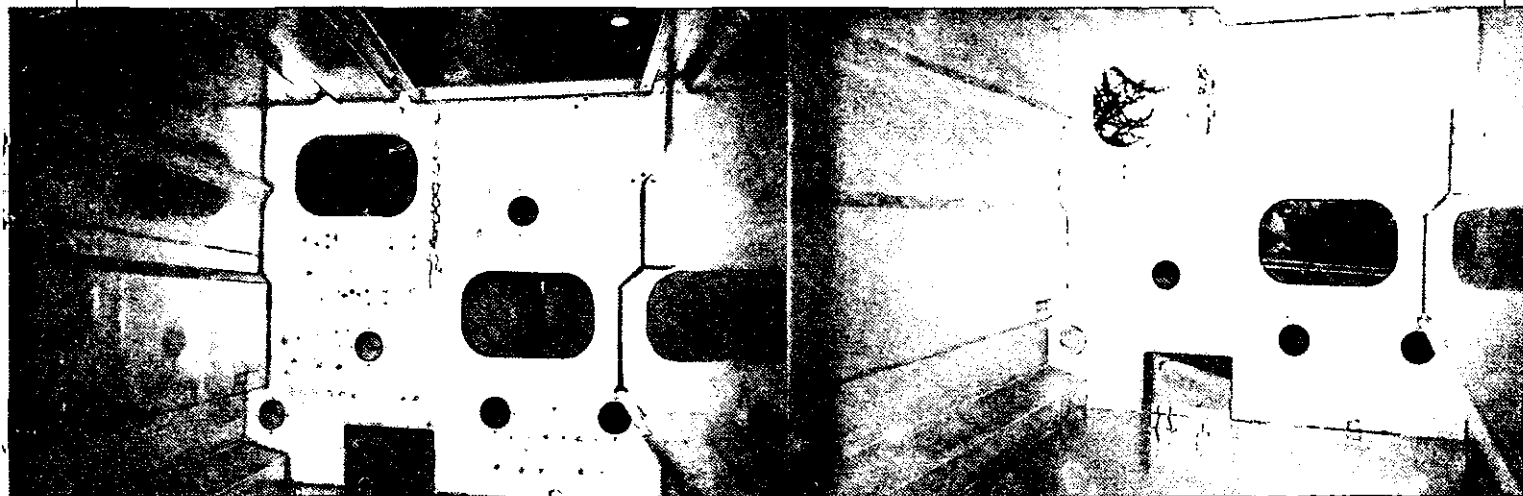
Vengono presentati, infatti, i risultati della società Delmet di Gorgonzola (MI), specializzata nel realizzare questi impianti e nell'eseguire i trattamenti superficiali per conto terzi.

Nella figura 1 si può notare l'esecuzione dei trattamenti su un particolare di acciaio inossidabile AISI 304 di medie dimensioni (5000 x 2000 x 1800 mm), fotografato prima e dopo l'esecuzione.

Questo componente è stato sottoposto a un ciclo di trattamento di sgrassatura, decapaggio e passivazione effettuati secondo procedimento Delmet Ecoinox, totalmente automatizzato e certificato.

Nella figura 2 è stato riportato il risultato conseguito nella parte interna del medesimo componente.

*I trattamenti superficiali dei componenti riportati nelle fotografie di questo articolo sono stati eseguiti dalla società Delmet, via Bergamo 6, 20064 Gorgonzola (MI).*



*Vista interna del componente riportato in figura 1. È possibile notare l'efficacia del trattamento anche nelle zone meno accessibili.*

re il tipo di particolare da trattare per stabilire il ciclo tecnologico adeguato.

Molte volte si verifica anche la necessità di eseguire dei trattamenti su grossi componenti che non possono essere trattati in vasche. Esiste in tal caso la possibilità di eseguire il decapaggio e la passivazione, con adeguate "lance", a spruzzo o in apposite "camere", con la stessa efficacia che si

#### BIBLIOGRAFIA

- G. DI CAPRI: *Gli acciai inossidabili* 2<sup>a</sup> Ed. Hoepli 1981.
- Inossidabile 88* - Giugno 1987
- Metals Handbook* - 9<sup>a</sup> Ed. - Vol. 5: Surface Cleaning, Finishing and Coating
- F. CAPELLI: *I processi di decapaggio per l'acciaio inox* - Tecnologie Meccaniche n° 7 e 9 - Luglio e Settembre 1987.

