

FINITURE DI SUPERFICI INOX

DI FAUSTO CAPELLI

Nella sala convegni della sede dell'UNI (Ente nazionale italiano di unificazione) di Milano, si è svolto il 25 Novembre 1998, un incontro tecnico, organizzato dal Centro Inox (centro per lo studio e lo sviluppo delle applicazioni degli acciai inossidabili), dedicato interamente al tema delle finiture superficiali degli acciai inox.

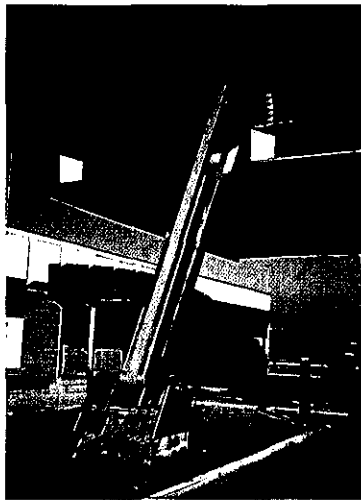
L'elevato numero dei partecipanti (circa 140) e la loro elevata qualificazione professionale hanno dimostrato come questo tema risulta essere di estrema importanza, non solamente per motivi di carattere estetico ma anche e soprattutto per ragioni di tipo funzionale.

Nella premessa, infatti, sono state ampiamente sottolineate le strette relazioni esistenti, a parità di materiale, tra lo stato superficiale e la capacità di affrontare i fenomeni corrosivi e l'attitudine di questi materiali ad estrinsecare le proprietà igieniche se impiegati a contatto di sostanze alimentari o se impegnati in ambienti ad alta responsabilità.

Il programma della giornata di studio si è articolata in una parte introduttiva per acquisire le conoscenze specifiche fondamentali sui prodotti di acciaieria, con una premessa relativa al comportamento alla corrosione ed in una successiva che ha privilegiato aspetti e problemi di grande rilievo per il corretto impiego delle superfici inox.

COMPORTEMENTO ALLA CORROSIONE

Molto interessanti si sono subito dimostrati i risultati delle prove sperimentali effettuate con diversi tipi di finiture meccaniche (per laminazione e per abrasione) ed elettrolitiche. Queste sono state condotte in nebbia salina per simulare il più possibile l'ambiente marino, l'esposizione è stata sia continua che ciclica su tre tipi di acciai inox tra i più utilizzati (AISI304-AISI316-AISI430), per un totale di 19



Finitura per laminazione: portale autostradale con sostegni ricavati da lamiera di acciaio inossidabile austenitico EN 1.4541 (AISI321), con finitura laminata a caldo e parte centrale sabbiata.

campioni esaminati. Sono state scelte di proposito situazioni ambientali particolarmente severe per poter differenziare in maniera adeguata il comportamento delle diverse finiture superficiali nei confronti della resistenza alla corrosione.

I risultati sperimentali hanno

**TIPOLOGIE, FUNZIONI,
NORMATIVE, ESEMPI DI
REALIZZAZIONI AL CENTRO
DI UN INCONTRO TRA
SPECIALISTI E OPERATORI**

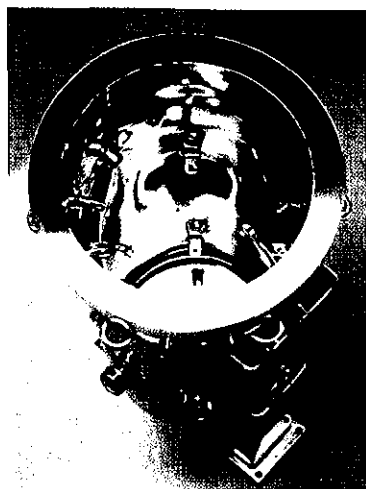


Finitura per abrasione: autobus con fascia in lamiera inox EN 1.4301 (AISI 304), satinata.

dimostrato che tutti gli acciai inossidabili testati con le normali finiture fornite da acciaieria ben si sono adattati a resistere alla prima serie di prove continue, tanto che per poter arrivare a caratterizzare delle variazioni del comportamento si è dovuto passare a considerare l'ulteriore serie di prove cicliche.

FINITURE DI PRODOTTI PIANI E PRODOTTI LUNGI

Di qui si è passati a considerare i diversi passaggi, nelle lavorazioni di acciaieria che portano alle varie finiture sia dei prodotti piani che dei prodotti lunghi, alla luce delle nuove normative europee: 10088-2, relativa ai prodotti piani, 10088-3, relativa ai prodotti lunghi (compreso il progetto di norma prEN10278). Per i prodotti siderurgici si sono considerati anche quelli di seconda



Finitura elettrolitica: interno di un serbatoio piccolo in acciaio inossidabile elettrolucidato, per industria farmaceutica.

lavorazione come, ad esempio, i tubi saldati, per i quali è stata messa in evidenza l'importanza di una stretta connessione, ai fini di un'adeguata finitura superficiale finale, tra il fornitore del nastro di partenza ed il profilatore che deve realizzare il tubo.

Nell'ambito delle finiture standard per laminazione dei prodotti piani di acciaieria, particolare interesse ha suscitato tra il pubblico tecnico presente un tipo di finitura destinato essenzialmente all'industria enologica. Questa finitura consente, grazie alla morfologia superficiale appositamente studiata, la rimozione del tartaro (durante le normali operazioni di lavaggio delle attrezzature) molto più agevole rispetto alle finiture superficiali convenzionali e tradizionalmente utilizzate nel settore alimentare.

Per poter assicurare all'utilizzatore finale un prodotto siderurgico con adeguato tipo di finitura superficiale che corrisponda alle reali esigenze applicative è necessario, oltre a garantire la rispondenza alle norme da parte del fornitore ed anche agli adeguati standard qualitativi (rispondenza alle ISO 9000), conoscere, se possibile, l'esatto uso finale. È emerso infatti che sarebbe opportuno che l'utilizzatore sia il più possibile educato a ordinare il materiale di cui necessita, non solamente

	Simboli ²⁾	Tipo di finitura	Stato superficiale	Osservazioni
Laminato a caldo	1U	Laminato a caldo, non trattato termicamente non decalaminato	Coperto dalla scaglia di laminazione	Idoneo per prodotti che devono essere sottoposti ad ulteriore lavorazione, per esempio nastri per rilaminazione.
	1C	Laminato a caldo, trattato termicamente, non decalaminato	Coperto dalla scaglia di laminazione	Idoneo per pezzi che vengono successivamente decalaminati o sottoposti ad ulteriore lavorazione, oppure per determinati impieghi che richiedono resistenza al calore.
	1E	Laminato a caldo, trattato termicamente, decalaminato meccanicamente	Esente da scaglia	Il tipo di decalaminatura meccanica, per esempio rettifica di sgrasso o sabbatura, dipende dalla forma di prodotto ed è lasciato a discrezione del fabbricante se non altrimenti concordato.
	1D	Laminato a caldo, trattato termicamente, decapato	Esente da scaglia	Condizione tipo per la maggior parte degli acciai, onde assicurare una buona resistenza alla corrosione; finitura consueta anche in vista di ulteriori lavorazioni. Possono essere presenti delle tracce di molatura. Non altrettanto liscio che quello relativo alle finiture 2D o 2B.
Laminato a freddo	2H	Incrudito a freddo	Brillante	Deformato a freddo per raggiungere un livello di resistenza più elevato.
	2C	Laminato a freddo, trattato termicamente, non decalaminato	Liscio, con scaglia dovuta a trattamento termico	Idoneo per pezzi che vengono successivamente decalaminati e sottoposti ad ulteriore lavorazione, oppure per determinati impieghi che richiedono resistenza al calore.
	2E	Laminato a freddo, termicamente, decalaminato meccanicamente	Rugoso e opaco	Di norma utilizzato per acciai con scaglia molto resistente al decapaggio. Può essere seguito da decapaggio.
	2D	Laminato a freddo, trattato termicamente, decapato	Liscio	Finitura per una buona deformabilità, ma non altrettanto liscia che quella descritta in 2B o 2R.
	2B	Laminato a freddo, trattato termicamente, decapato, sottoposto a successiva leggera laminazione (skin-pass)	Più liscio che per la finitura 2D	Finitura più comune per la maggior parte dei tipi di acciai, onde assicurare una buona resistenza alla corrosione ed una superficie liscia e piana. Finitura consueta anche in vista di ulteriori lavorazioni. La successiva leggera laminazione (skin-pass) può aver luogo mediante spianatura.
	2R	Laminato a freddo, ricotto in bianco ³⁾	Liscio, brillante, riflettente	Più liscio e più brillante di quello relativo alla finitura 2B. Finitura consueta anche in vista di ulteriori lavorazioni.
	2Q	Laminato a freddo, temprato e rinvenuto, esente da scaglia	Esente da scaglia	Temprato e rinvenuto in atmosfera protettiva oppure decalaminato dopo il trattamento termico.
Finiture speciali	1G / 2G	Rettificato ⁴⁾	Vedere nota 5	Possono essere specificate la polvere abrasiva oppure la rugosità superficiale. Struttura superficiale unidirezionale, non molto riflettente.
	1J / 2J	Spazzolato ⁴⁾ o levigato opaco	Più liscio che per lo stato rettificato Vedere nota 5	Possono essere specificati il tipo di spazzolatura o il grado di levigatura oppure la rugosità superficiale. Struttura superficiale unidirezionale non molto riflettente.
	1K / 2K	Levigato satinato ⁴⁾	Vedere nota 5	Prescrizioni specifiche aggiuntive per una finitura "J" onde ottenere una adeguata resistenza alla corrosione in vista di impieghi architettonici marini ed esterni. Ra < 0.5 µm trasversalmente, con finitura rettificata pulita (clean cut).
	1P / 2P	Levigato brillante ⁴⁾	Vedere nota 5	Levigatura meccanica. Possono essere specificati i metodi oppure la rugosità superficiale. Finitura non direzionale, riflettente con elevato grado di chiarezza di immagine.
	2F	Laminato a freddo, trattato termicamente, sottoposto a successiva leggera laminazione (skin-pass) su rulli irruviditi	Superficie opaca uniforme, non riflettente	Trattamento termico mediante ricottura in bianco oppure mediante ricottura e decapaggio.
	1M 2M	Su modello	Motivo da concordare: seconda superficie liscia	Lamiere bagnate, lamiere striate per pavimenti. Finitura testurizzata, principalmente per impieghi architettonici.
	2W	Ondulato	Motivo da concordare	Utilizzato per aumentare la resistenza e/o per ottenere effetti estetici.
	2L	Colorato ⁴⁾	Colore da concordare	
	1S / 2S	Con rivestimento superficiale ⁴⁾		Rivestito per esempio con stagno, alluminio, titanio.

1) Non tutti i tipi di finitura sono disponibili per tutti gli acciai. 2) Prima cifra: 1 - laminato a caldo, 2 - laminato a freddo. 3) Può essere sottoposto a successiva leggera laminazione (skin-pass). 4) Solo una superficie, qualora non sia stato espressamente concordato in altro modo all'atto dell'ordine. 5) Nell'ambito di ciascuna descrizione della finitura superficiale le caratteristiche della superficie possono variare, e può risultare necessario concordare tra il fabbricante e l'utilizzatore prescrizioni più dettagliate (per esempio la polvere abrasiva oppure la rugosità superficiale).

tramite le corrette sigle corrispondenti alle rispettive norme, ma anche all'utilizzo finale effettivo. Vale a dire che bisognerebbe educare, là dove possibile, sempre di più il cliente a ordinare in funzione di "ciò che realmente vuole".

COMPORTEMENTO MECCANICO

Un altro aspetto al quale spesso non si dà molta importanza parlando di finiture superficiali, è quello legato al comportamento meccanico. È importante, infatti, per componenti altamente sollecitati

Tabella 1
Le finiture dei prodotti piani secondo le norme EN 10088-2.

	Simboli ²⁾	Tipo di finitura	Stato superficiale	Forma di prodotto			Note
				Vergella	Prodotti in barre, profilati	Semilavorati	
Formato a caldo	1U	Formato a caldo, non trattato termicamente non decalaminato	Coperto dalla scaglia	X	X	X	idoneo per prodotti destinati (localmente rettificato ove necessario) ad ulteriore lavorazione a caldo. Per i semilavorati può essere specificata la rettifica su tutti i lati.
	1C	Formato a caldo, trattato termicamente ³⁾ , non decalaminato	Coperto dalla scaglia (localmente rettificato ove necessario)	X	X	X	Idoneo per prodotti destinati ad ulteriore lavorazione. Per i semilavorati può essere specificata la rettifica su tutti i lati.
	1E	Formato a caldo, trattato termicamente ³⁾ , decalaminato meccanicamente	Esente da scaglia pressoché totalmente (ma sporadiche macchie nere possono essere presenti)	X	X	X	Il tipo di decalaminatura meccanica, per esempio rettifica, pelatura o sabbatura, è lasciato a discrezione del fabbricante se non altrimenti concordato, idoneo per prodotti destinati a ulteriore lavorazione.
	1D	Formato a caldo, trattato termicamente ³⁾ , decapato	Esente da scaglia	X	X	-	Tolleranza \geq IT 14 ^{5) 6)}
	1X	Formato a caldo, trattato termicamente ³⁾ , sbozzato (pelato o sgrassato al tornio)	Metalicamente pulito	-	X	-	Tolleranza \geq IT 12 ^{5) 6)}
Sottoposto a lavorazione a freddo	2H	Trattato termicamente ³⁾ , meccanicamente o chimicamente, sottoposto a lavorazione a freddo ⁴⁾	Liscio e brillante, sostanzialmente più liscio di quanto risulta dalle finiture 1E, 1D o 1X	-	X	-	Per i prodotti formati mediante trafilatura a freddo senza successivo trattamento termico la resistenza a trazione viene sostanzialmente aumentata a seconda del grado di deformazione, in modo particolare per le strutture austenitiche. Tolleranza da IT 9 a IT 11 ^{5) 6)}
	2D	Sottoposto a ulteriore lavorazione a freddo ⁴⁾ , trattato termicamente ³⁾ , decapato (sottoposto a passaggio di finitura skin-pass)	Più liscio di quanto risulta dalle finiture 1E o 1D	-	X	-	Finitura per una buona duttilità (ricalcatura a freddo).
	2B	Trattato termicamente ³⁾ , lavorato di macchina (pelato), levigato meccanicamente	Più liscio e più brillante di quanto risulta dalle finiture 1E, 1D, 1X	-	X	-	Prefinitura per tolleranze ISO ristrette. Tolleranza da IT 9 a IT 11 ^{5) 6)}
Lavorazioni finali speciali	1G oppure 2G	Sottoposto a rettifica senza centri	Finitura uniforme. Tipo e grado di rettifica da concordare	-	X	-	Può essere specificata la rugosità superficiale. Finitura per tolleranze ISO ristrette. Normalmente ottenuta a partire da prodotti con i tipi di finitura 1E, 1D, 2H o 2B. Tolleranza \leq IT 8 ^{5) 6)}
	1P oppure 2P	Levigato	Più liscio e più brillante di quanto risulta dalle finiture 1G oppure 2G. Tipo e grado di levigatura da concordare	-	X	-	Può essere specificata la rugosità superficiale. Finitura per tolleranze ISO ristrette. Normalmente ottenuta a partire da prodotti con tipi di finitura 1E, 1D, 2B, 1G, 2G, 2H. Tolleranza \leq IT 11 ^{5) 6)}

1) Non tutti i tipi di finitura e gli stati superficiali sono disponibili per tutti gli acciai. 2) Prima cifra 1 = formato a caldo; 2 = sottoposto a lavorazione a freddo. 3) Per gli acciai ferritici, austenitici ed austeno-ferritici il trattamento termico può essere omesso se le condizioni inerenti alla formatura a caldo e successivo raffreddamento sono tali che risultano rispettate le prescrizioni riguardanti le caratteristiche meccaniche del prodotto e la resistenza alla corrosione intergranulare. 4) Il tipo di lavorazione a freddo, per esempio trafilatura a freddo, lavorazione al tornio o rettifica senza centri, è lasciato a discrezione del fabbricante, a condizione che vengano rispettate le prescrizioni riguardanti le tolleranze dimensionali e la rugosità superficiale. 5) A titolo informativo. 6) Tolleranze specifiche entro le gamme devono essere concordate all'atto della richiesta d'offerta e dell'ordine.

Tabella 2
Le finiture dei prodotti
lungi secondo le
norme EN 10088-3.

a fatica sia di tipo flessionale che torsionale verificare che la finitura sia adeguata per poter rispondere in maniera ottimale in esercizio. Qui sarà particolarmente importante garantire un elevato standard qualitativo, per evitare che difettosità superficiali dovute a lavorazioni meccaniche oppure a scorretti sistemi di messa in

opera creino inneschi per rotture meccaniche tanto subdole quanto indesiderate.

ALTRI ASPETTI FUNZIONALI

Parlando di componenti ad alte responsabilità funzionali, notevole importanza riveste la lucidatura elettrolitica, che consente non solamente una



Coloritura: vetrina di una gelateria con serramenti inox EN 1.4301 (AISI 304) colorati per interferenza.

pulizia estremamente spinta ma anche valori di rugosità e morfologie del profilo superficiale tali da garantire resistenze alla corrosione molto elevate. Componenti per i quali si ricorre a tale tipo di finitura sono ad esempio quelli destinati all'osteosintesi, all'industria farmaceutica, alimentare o componenti per l'industria elettronica.

Quando invece si parla di aspetto estetico, viene subito alla mente, parlando di acciaio inossidabile, qualcosa di freddo ed assolutamente impersonale, un materiale molto "tecnologico", ma poco utilizzabile per l'architettura, l'arredo o le decorazioni in genere. Nella giornata di studio sono state presentate due relazioni che hanno avuto per tema proprio questo aspetto. Si sono infatti presentati gli acciai inossidabili goffrati, rigidizzati e colorati con sistema di colorazione per interferenza. Le tecnologie attuali infatti, consentono una varietà di aspetti estetici tali da poter rispondere ad un elevatissimo numero di richieste di architetti, progettisti o produttori di componenti industriali: dai casalinghi, agli oggetti per arredamento, ad elementi per decorazioni varie.

Fausto Capelli, direttore Centro
Inox, Milano

RMO