euro inox
The European Stainless Steel Development Association

La finitura meccanica di superfici decorative in acciaio inossidabile

Serie “Materiali e Applicazioni”, Volume 6

Euro Inox

Euro Inox è l'associazione europea per lo sviluppo del mercato dell'acciaio inossidabile.
I soci di Euro Inox sono:

- Produttori europei di acciaio inossidabile
- Associazioni nazionali di sviluppo dell'acciaio inossidabile
- Associazioni per lo sviluppo delle industrie produttrici di elementi di lega.

Gli obiettivi principali che Euro Inox persegue sono: diffondere la conoscenza sulle proprietà uniche degli acciai inossidabili e incentivarne l'impiego nelle odierne applicazioni e nei nuovi mercati. Per raggiungere questi obiettivi Euro Inox organizza conferenze e seminari e pubblica guide in formato elettronico e cartaceo rivolte a progettisti, prescrittori, costruttori e utenti finali perché approfondiscano le conoscenze su questo materiale. Euro Inox sostiene anche la ricerca tecnica e di mercato.

Declino di responsabilità

Le informazioni tecniche contenute nella presente pubblicazione sono state attentamente curate da Euro Inox, la quale si è impegnata per assicurarne la correttezza. Tuttavia, si informa il lettore che il materiale ivi contenuto è di carattere puramente informativo e generale. Euro Inox, i suoi soci, il personale e i consulenti declinano qualsiasi responsabilità per perdite, danni o lesioni derivanti dall'uso delle informazioni contenute nel presente documento.

Copyright

Il presente documento è protetto da copyright. Euro Inox si riserva tutti i diritti di traduzione in qualsiasi lingua, ristampa, riutilizzo delle illustrazioni, divulgazione e diffusione. È vietata la riproduzione, l'archiviazione in un sistema di reperimento dati o la trasmissione, anche parziale, in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo, sia questo elettronico o meccanico, nonché la duplicazione, registrazione o altro, senza previa autorizzazione scritta di Euro Inox (Lussemburgo) in quanto titolare del diritto d'autore. Tutte le violazioni saranno perseguite legalmente e i trasgressori saranno soggetti al risarcimento danni e al pagamento dei costi e delle spese di giudizio secondo quanto stabilito dalla legge lussemburghese in materia di diritti d'autore e dalle relative normative dell'Unione Europea.

La finitura meccanica di
superfici decorative in acciaio inossidabile
Seconda Edizione 2006
(Serie "Materiali e Applicazioni", Volume 6)
© Euro Inox 2006

Editore
Euro Inox
Sede legale:
241 route d'Arlon, 1150 Lussemburgo
Granducato di Lussemburgo
Tel.: +352 261 03 050 / Fax: +352 261 03 051
Ufficio esecutivo:
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
Benoît Van Hecke, Bruxelles (B), con il gentile contributo di Marc Thijs, Tildonk (B)

Ringraziamenti
Traduzione: Centro Inox, Milano (I)
Fotografie:

- AID (1, 5.2, 6.1) / Genk (B)
- CIBO (cover, 3, 4, 5.1) / Tildonk (B)
- Suhner (4, 6.1) / Brugg (CH)
- Cavale (5.4) / Diepenbeek (B)
- Wolters (6.2) / Diest (B)
- Engineering (6.3) / Drogenbos (B)

Indice

1 Introduzione 2
2 Definizione delle superfici finite meccanicamente per i manufatti in acciaio inossidabile 3
3 Metodi di finitura più comunemente utilizzati 4
4 Abrasivi e macchine utensili più comunemente utilizzati 7
4.1 Controllo del processo durante la finitura con utensili manuali 7
4.2 Abrasivi 8
4.3 Utensili e macchine di finitura 11
5 La migliore prassi di finitura 17
5.1 Ridurre al minimo il lavoro di finitura 17
5.2 Scelta dei metodi di finitura idonei al progetto e ai metodi costruttivi 18
5.3 Precauzioni da adottare durante la finitura di manufatti decorativi in acciaio inossidabile 19
5.4 Gestione ottimale in fase di stoccaggio, produzione, finitura e installazione di prodotti decorativi in acciaio inossidabile 21
6 Studio di casi pratici 23
6.1 Corrimano 23
6.2 Arredo urbano 26
6.3 Attrezzature per la ristorazione 29
7 Salute, sicurezza e tutela ambientale 33
7.1 Effetti sulla salute connessi alla finitura degli acciai inossidabili 33
7.2 Metodi di lavoro sicuri con utensili di finitura meccanici e abrasivi 34
7.3 Tutela ambientale nella lavorazione dell'acciaio inossidabile e smaltimento dei prodotti di scarto 34

Membri ordinari

Acerinox
www.acerinox.es

Outokumpu
www.outokumpu.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni
www.acciaiterni.it

ISBN 978-2-87997-238-1

2-87997-162-4	Versione inglese
2-87997-163-2	Versione olandese
2-87997- 164-0	Versione finlandese
978-2-87997-235-0	Versione francese
978-2-87997-051-6	Versione tedesca
2-87997- 167-5	Versione polacca
978-2-87997-231-2	Versione spagnola
978-2-87997-232-9	Versione svedese
978-2-87997-234-3	Versione ceca
978-2-87997-239-8	Versione turca

ThyssenKrupp Nirosta
www.nirosta.de

UGINE & ALZ Belgium
UGINE & ALZ France
Groupe Arcelor
www.ugine-alz.com

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

Institut de Développement de l'Inox (I.D.-Inox)
www.idinox.com

International Chromium Development Association (ICDA)
www.icdachromium.com

International Molybdenum Association (IMOA)
www.imoa.info

Nickel Institute
www.nickelinstitute.org

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)
www.puds.com.pl

SWISS INOX
www.swissinox.ch

1 Introduzione

Gli acciai inossidabili vantano innumerevoli proprietà tali da renderli materiali particolarmente adatti per applicazioni sia di tipo decorativo che strutturale nell'edilizia e nei settori affini. L'acciaio inossidabile, infatti, è:

- moderno ed elegante
- igienico e facile da pulire
- resistente alla corrosione
- sostenibile
- di facile manutenzione
- facile da lavorare
- riciclabile al 100%

Per questi motivi, architetti, progettisti e imprese preferiscono richiedere e utilizzare gli acciai inossidabili in una svariata gamma di settori che abbracciano l'edilizia e la costruzione, la carpenteria metallica (corrimano e balaustre), l'arredo urbano, l'industria alimentare, le attrezzature per la ristorazione e da cucina, gli elettrodomestici, ecc.

Questi tipi di progettazione coinvolgono, di sovente, piccole e medie imprese che si trovano ad affrontare sempre più spesso problematiche legate all'evoluzione dei materiali, delle finiture e delle tecnologie, come la lavorazione delle lamiere o la saldatura a laser, che potrebbero non conoscere o per cui potrebbero non essere perfettamente all'avanguardia. Le operazioni di finitura come la rettifica, la lucidatura e la spazzolatura devono essere eseguite con particolare cura affinché le prestazioni e la durata dell'acciaio inossidabile siano ottimali. Questa fase del processo produttivo può essere considerata, a tutti gli effetti, il "marchio di qualità" del produttore e, come tale, costituisce un'ottima possibilità, se eseguita correttamente, di dimostrare i vantaggi offerti dall'acciaio inossidabile.

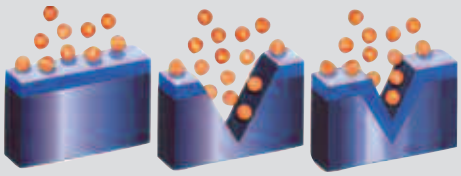
La presente pubblicazione delinea i metodi di finitura meccanica adatti per la produzione di manufatti in acciaio inossidabile oltre a descrivere e illustrare il "metodo migliore" utilizzato oggi e a evidenziare alcune differenze tra le tecniche utilizzate per l'acciaio al carbonio e quelle impiegate per l'acciaio inossidabile.

Sono spesso le piccole e medie imprese di costruzione ad occuparsi della realizzazione di eleganti prodotti in acciaio inossidabile con funzione decorativa. Potrebbero trovarsi ad affrontare problematiche nuove legate all'evoluzione dei materiali, delle finiture e delle tecnologie come la lavorazione delle lamiere, la saldatura a laser, ecc. Le operazioni di finitura come la rettifica, la lucidatura e la spazzolatura sono esempi di tali tecnologie.

2 Definizione delle superfici finite meccanicamente per i manufatti in acciaio inossidabile

La definizione chiara e precisa della finitura meccanica del manufatto in acciaio inossidabile rappresenta un momento fondamentale che consente di ottimizzare i vantaggi derivanti dall'utilizzo di questo materiale. Individuare le dimensioni della grana dell'abrasivo per le operazioni di finitura meccanica costituisce soltanto una parte del processo di definizione. Se lo scopo è quello di ottenere una finitura identica ad una già esistente o una finitura specifica, il metodo migliore da seguire è basato sull'utilizzo di "cartelle" comparative con i campioni delle finiture superficiali. Il produttore o l'impresa incaricata della finitura può garantire la realizzazione della finitura richiesta solo se i campioni scelti vengono utilizzati come parte del processo di definizione. Le indicazioni descrittive (qualitative) o numeriche (quantitative), come ad esempio il grado di rugosità della superficie R_a, da sole, non sono di per sé sufficienti a definire in modo esauriente la finitura meccanica su una superficie di acciaio inossidabile.

Per la finitura della superficie è altresì importante scegliere correttamente il tipo di acciaio, soprattutto se si desidera ottenere finiture lucide, molto lisce ed estremamente riflettenti. I tipi di acciaio inossidabile utilizzati più comunemente nelle applicazioni esterne sono: EN 1.4301/1.4307 e, negli ambienti più corrosivi, EN 1.4401/1.4404. Alcuni paesi e segmenti di mercato prediligono le classi EN 1.4541 e 1.4571 come tipi di acciaio alternativi sempre in virtù della loro resistenza alla corrosione intergranulare (anziché i tipi a basso tenore di carbonio 1.4307 e 1.4404). Questi due tipi di acciaio sono legati al titanio e si prestano meno ad essere utilizzati per le finiture lucide con funzione decorativa, poiché l'effetto che si otterrebbe potrebbe non essere uniforme. Se si eseguono lavori di riparazione su manufatti esistenti, questi due tipi di acciaio alternativi - se proposti dai fornitori - non dovrebbero essere utilizzati in quanto potrebbe essere difficile ottenere una finitura identica a quella già esistente.



L'acciaio inossidabile presenta una proprietà unica: si auto-protegge. Grazie agli elementi leganti, contenuti nell'acciaio inossidabile, si forma sulla superficie un sottile "strato passivo" trasparente. Anche se si graffia o si danneggia la superficie di acciaio inossidabile, questo strato passivo - che ha uno spessore delle dimensioni di alcuni atomi - si riforma istantaneamente per effetto dell'ossigeno presente nell'aria o nell'acqua. Per questa ragione, l'acciaio inossidabile non ha bisogno di rivestimenti o di altre protezioni anticorrosive per essere utilizzato.

3 Metodi di finitura più comunemente utilizzati

Termini quali molatura, politura, lucidatura e spazzolatura vengono spesso utilizzati per indicare le finiture superficiali dei manufatti in acciaio inossidabile. Affinché la finitura richiesta dal progettista venga realizzata, le imprese, i costruttori, i fornitori e il cliente finale devono conoscere perfettamente il significato di questi termini e le modalità attraverso le quali realizzare le finiture.

Molatura e Politura

La "Molatura" e la "Politura" sono tipi di lavorazione meccanica che prevedono l'asportazione di uno strato di metallo dalla superficie tramite un processo di taglio (abrasione) effettuato con l'impiego di particelle dure (incollate o fissate su un substrato). La finitura superficiale così ottenuta dipende da una serie di fattori, tra cui la dimensione di tali particelle (ruvidità) dell'abrasivo utilizzato.

Nella presente pubblicazione il termine "molatura" viene utilizzato per descrivere l'asportazione di sostanze deleterie dalla superficie, come ossidi di saldatura e altri strati di ossido. La "politura" viene utilizzata per indicare le operazioni di finitura decorativa in cui il materiale di superficie viene asportato con una precisa finalità.

Qui sotto sono illustrate le dimensioni dei grani utilizzate per ottenere una gamma di finiture molate e lucide sui manufatti in acciaio inossidabile. In linea generale, gli abrasivi con granulometria più fine permettono di ottenere finiture più lisce.

Questa classificazione ha il solo scopo di illustrare gli effetti dei grani abrasivi sulle finiture realizzate sui laminati di acciaio inossidabile (nastri e lamiere). Non si tratta quindi di un sistema di classificazione universale, applicabile a tutti i metodi di politura dell'acciaio inossidabile, compresa la politura manuale.

Le finiture che si possono ottenere con grani di una particolare dimensione dipendono dal tipo di macchinario e da come viene utilizzato. Per scegliere correttamente i macchinari per la politura e gli abrasivi più adatti a conseguire particolari finiture sui manufatti in acciaio inossidabile, è opportuno rivolgersi ai fornitori di abrasivi e di macchinari per la politura.

Operazione	Granulometria tipica
• asportazione dei cordoni di saldatura (è necessaria una finitura più fine)	36
• molatura di acciaio inossidabile laminato a caldo "1D"	36/60
• prepolitura di acciaio inossidabile laminato a freddo	80/120
• politura come fase di finitura o preparazione	120/180/240
• politura fine (stadi finali)	320/400

Le particelle dure su un substrato (per la finitura dell'acciaio inossidabile si tratta, in genere, di un tessuto) producono un'azione abrasiva variabile che può essere impiegata per l'asportazione dei giunti saldati fino ad arrivare alle finiture con funzione decorativa.
Questi abrasivi sono applicabili a varie macchine utensili tra cui le smerigliatrici a nastro, le lime elettriche, le smerigliatrici angolari, le smerigliatrici diritte, ecc.

Lucidatura

A differenza della molatura e politura, la lucidatura non viene impiegata con lo scopo di asportare parti della superficie in acciaio inossidabile. Si tratta, piuttosto, di un processo di levigatura che rende la superficie più brillante e riflettente. Per l'esecuzione di questo processo possono essere utilizzate paste abrasive, liquidi o composti solidi per la lucidatura che esaltano la finitura del prodotto. Il risultato ottenuto con la lucidatura dipende, in parte, dalla finitura raggiunta nella fase di pre-lucidatura. La lucidatura può essere effettuata eseguendo un unico processo di politura, con grani di medie dimensioni o più processi di politura, utilizzando una granulometria che conferisca un effetto levigato. La finitura ottenuta con la lucidatura a grani medi è meno costosa da realizzare ma difficilmente si potrà conseguire la finitura di "qualità superiore", tipica di una superficie lucidata e levigata e infine sottoposta a lucidatura.
La lucidatura produce sempre finiture lisce e molto brillanti e per questa ragione è una tecnica di finitura comunemente usata per le apparecchiature farmaceutiche. Esempi di prodotti lavorati con la tecnica della "lucidatura immediata", cioè senza eseguire il processo di prepolitura sulla superficie laminata, sono alcuni articoli di posateria, quali coltelli, forchette, cucchiai, ecc.

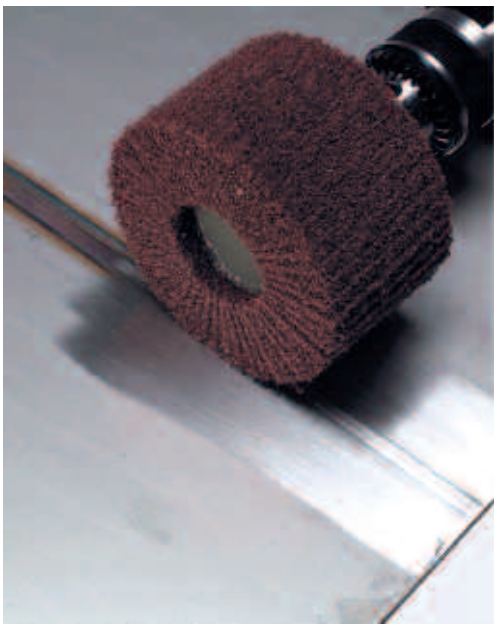
La lucidatura può essere effettuata con dischi di panno di cotone o sintetici, asciutti o impregnati con paste abrasive. La superficie dei tubi può essere sottoposta a lucidatura per ottenere finiture a specchio tramite macchinari a pavimento a mandrino allungato. Per la lucidatura possono essere utilizzati anche dischi lamellari montati su utensili a mano e impregnati con paste abrasive.

Spazzolatura

La spazzolatura, al pari della molatura e della politura, è un trattamento di tipo abrasivo. Spesso si tende a confondere i termini "spazzolatura" e "politura". Per spazzolare i manufatti vengono impiegati abrasivi più leggeri, che servono a "strutturare" la superficie anziché asportare gli strati di metallo. Con la spazzolatura, infatti, l'azione abrasiva esercitata sulla superficie di acciaio inossidabile è minima. I mezzi impiegati per effettuare la spazzolatura comprendono una serie di nastri, tamponi o dischetti "Scotch-Brite™".

"Scotch-Brite™" è la denominazione commerciale della 3M Company. Il termine è comunque diffusamente utilizzato dagli specialisti delle finiture metalliche per indicare una serie di materiali in fibra di nylon, a struttura tridimensionale, impregnati di particelle abrasive. Questi materiali per la finitura sono classificati non tanto in base alla granulometria o al tipo ma comprendono una serie di prodotti distinti in: ruvido, medio, fine, molto fine e superfine. A scopo di semplificazione, il termine "Scotch-Brite™" verrà utilizzato nel contesto di questa pubblicazione per illustrare l'applicazione di questi prodotti per la finitura.

Per definire le finiture spazzolate è molto importante utilizzare campioni rappresentativi delle finiture superficiali.



Esempio di dischetto lamellare tipo Scotch-Brite™. In questo caso, il dischetto Scotch-Brite™ spazzola la zona interessata dall'alterazione cromatica, dovuta al calore della saldatura, per uniformare il giunto saldato al metallo circostante. Questa operazione di finitura non viene eseguita allo scopo di appiattire il giunto. Per fare ciò sarebbe necessario eseguire prima un processo di molatura.

4 Abrasivi e macchine utensili più comunemente utilizzati

Il risultato finale e il livello qualitativo delle superfici dei manufatti in acciaio inossidabile lavorati meccanicamente dipendono da molteplici fattori, tra cui si annoverano:

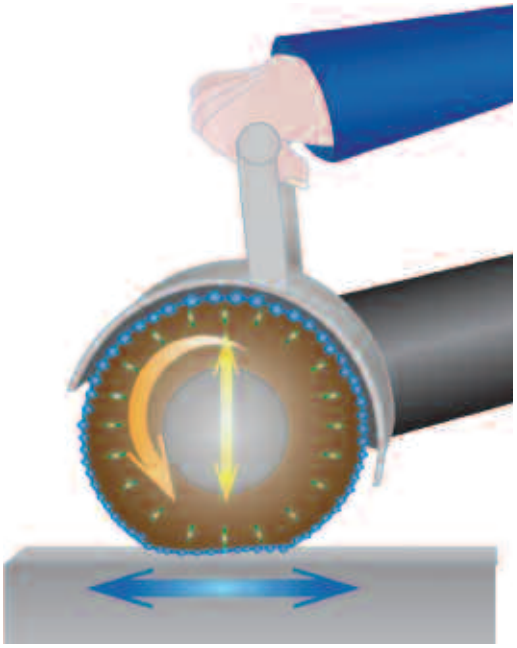
- il tipo di abrasivo: substrato, granulometria, forma e durezza
- il numero di fasi di finitura
- le apparecchiature utilizzate
- il tipo di alimentazione dell'apparecchiatura
- il tipo di supporto dell'abrasivo (es. supporto a nastro o disco, dischetto e flessibilità)
- velocità di scorrimento e pressione applicata

La scelta ottimale delle apparecchiature per la finitura, dei materiali di consumo e del metodo dipende:

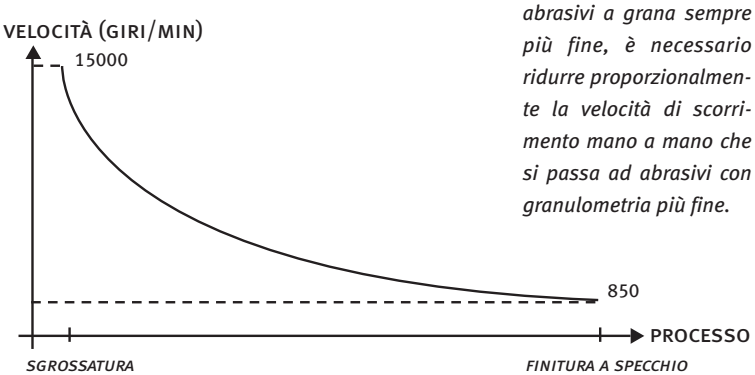
- dalle condizioni della superficie del manufatto semilavorato
- dall'accessibilità delle zone da trattare
- dal risultato estetico finale da raggiungere

4.1 Controllo del processo durante la finitura con utensili manuali

Quando si eseguono i lavori di finitura a mano, occorre controllare la pressione applicata e, di conseguenza, la temperatura del pezzo da lavorare allo scopo di evitare avvallamenti dovuti all'azione dell'abrasivo e superfici irregolari difficili da correggere negli stadi successivi.
Gli oli e grassi lubrificanti sono in grado di aumentare la durata d'uso degli abrasivi in quanto sono agenti refrigeranti e contribuiscono, altresì, ad eliminare la polvere prodottasi con la molatura. Il risultato estetico complessivo che si raggiunge con la politura "a umido" è diverso da quello che si ottiene con la politura "a secco".
Considerato che non è sempre facile garantire il necessario e adeguato apporto di lubrificante all'abrasivo / superficie di metallo durante il processo di politura dei manufatti, la politura a umido non è largamente utilizzata.



Quando si eseguono i lavori di finitura a mano, occorre controllare la temperatura e la pressione.
L'azione congiunta di movimento esercitato dall'operatore, pressione applicata e velocità periferica dell'abrasivo determinano il risultato finale.



La gamma di valori accettabili per la velocità di scorrimento dell'abrasivo dipende dalla granulometria dell'abrasivo utilizzato. Se si eseguono operazioni di politura a più stadi utilizzando abrasivi a grana sempre più fine, è necessario ridurre proporzionalmente la velocità di scorrimento mano a mano che si passa ad abrasivi con granulometria più fine.

4.2 Abrasivi

Gli abrasivi utilizzati per la molatura e la politura dei manufatti di acciaio inossidabile all'interno di officine e "in situ" sono in genere diversi da quelli impiegati per la lavorazione di nastri, lamiere o lastre all'interno di acciaierie e centri di servizio dove si fa uso prevalentemente di abrasivi all'ossido di alluminio o al carburo di silicio.
Nel processo di finitura dei manufatti vengono utilizzati abrasivi all'ossido di zirconio le cui dimensioni dei grani variano prevalentemente da 24 a 120. Questi tipi di abrasivi offrono, infatti, una maggiore durabilità in tali condizioni di lavoro intenso rispetto agli abrasivi come l'ossido di alluminio o il carburo di silicio. Se la lavorazione richiede l'impiego di grani più fini, è possibile ricorrere ad abrasivi come l'ossido di alluminio o al carburo di silicio. Le proprietà degli abrasivi che influiscono sul risultato finale, conseguibile con il processo di finitura, sono:

- la granulometria
- le dimensioni (diametro) dei dischi di supporto e la loro velocità periferica
- il tipo di substrato e la sua rigidità
- l'impiego di eventuali grassi od oli lubrificanti insieme all'abrasivo (prassi poco utilizzata nel caso della molatura e politura a mano)

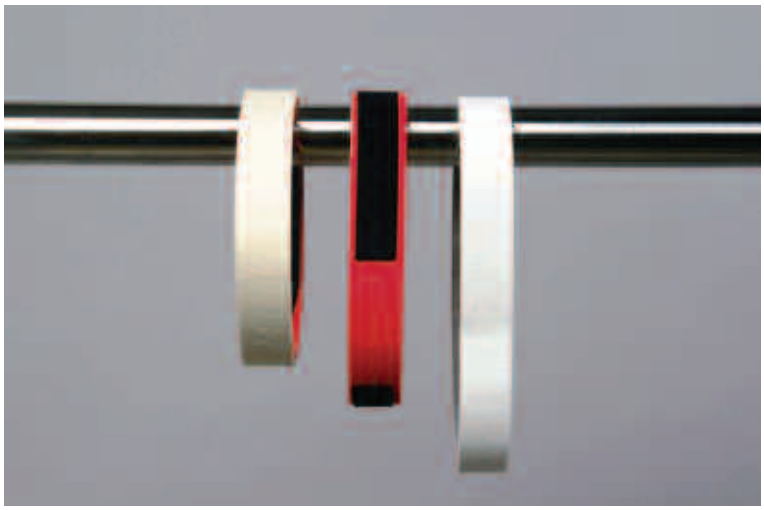
A differenza di quanto avviene per la serie di abrasivi utilizzati per la politura di nastri e lamiere, l'usura dei grani – e, di conseguenza, il diverso aspetto esteriore del nastro finito – non costituisce un fattore di disturbo di grande importanza per gli abrasivi che vengono impiegati nelle operazioni effettuate manualmente. Gli interventi manuali comprendono, infatti, innumerevoli stadi di lavorazione effettuati utilizzando il tessuto non tessuto (che nasconde le imperfezioni prodotte dai grani usurati in fase di prepolitura) e, inoltre, l'usura degli abrasivi utilizzati (ad es. dischi) sortisce effetti diversi rispetto a quanto si verifica con i grandi nastri abrasivi utilizzati per la politura di nastri e lamiere.

Gli abrasivi più frequentemente utilizzati sono i seguenti: nastri abrasivi, tessuto non tessuto (fibra sintetica), dischi lamellari, dischi di fibra, dischi abrasivi per la finitura.

Ecco evidenziati gli abrasivi più comunemente utilizzati:

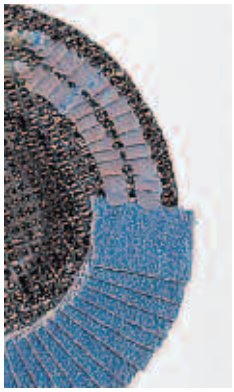
Nastri abrasivi

I nastri abrasivi sono disponibili in diverse larghezze e tipologie di substrato. Per la politura dell'acciaio inossidabile possono variare dal tessuto flessibile fino al cotone/poliestere duro. Il tipo di substrato influisce sulle prestazioni del nastro e il giusto grado di flessibilità del substrato dell'abrasivo con specifiche dimensioni dei grani è importante per ottenere la finitura desiderata. Recentemente, i progressi tecnologici registrati nel campo dei nastri abrasivi hanno consentito di sviluppare tessuti abrasivi contenenti al loro interno additivi refrigeranti che permettono di ridurre il calore generato durante la politura aumentando in questo modo la durata d'uso dei nastri stessi.



Tamponi Scotch-Brite™

L'abrasione prodotta con lo Scotch-Brite™ è minima se paragonata ai grani abrasivi. I prodotti Scotch-Brite™ vengono impiegati prevalentemente per uniformare finiture già esistenti su parti semilavorate in acciaio inossidabile. Questi materiali sono disponibili sotto forma di tamponi (fogli), nastri e dischi con diversi gradi di ruvidezza: grosso, medio, fine, molto fine e superfine.



Dischi lamellari

In virtù della loro struttura, questi abrasivi di lunga durata vengono largamente utilizzati negli stadi iniziali della lavorazione meccanica di manufatti in acciaio inossidabile. Ecco come appare la struttura di base di un disco lamellare. Le “lamelle” abrasive sono incollate su un substrato in fibra di vetro. Nel caso di superfici di contatto più ampie, le lamelle dei dischi possono essere incollate su un cono. Questa soluzione riduce il rischio di incorrere in difetti di molatura permettendo interventi di finitura più capillari.

Dischi di fibra

I dischi di fibra, come tipologia di abrasivo, sono assimilabili ai dischi lamellari ma con la differenza che sono costituiti da un unico pezzo abrasivo. Vengono talvolta denominati “dischi abrasivi per smerigliatura”. I dischi di fibra sono meno aggressivi rispetto ai dischi a lamelle e, sebbene non siano così economici se utilizzati per l’asportazione del metallo, è più difficile che provochino “avvallamenti” localizzati o solchi. Sono adatti per rifinire i giunti saldati sui manufatti di acciaio inossidabile.

Dischi compressi

Questi dischi abrasivi sono realizzati tramite pressatura a caldo di materiale in fibra di nylon adesiva e impregnata (tipo Scotch-Brite™). Per gli interventi di tipo manuale sono disponibili dischi con diametro massimo di 150 mm, variabili per densità e flessibilità.

Questi abrasivi hanno una lunga durata e consentono di produrre finiture uniformi. Sono particolarmente adatti ad eliminare le variazioni cromatiche dal metallo dopo la saldatura.

Dischi assemblati

I dischi assemblati sono simili ai dischi compressi ma, a differenza di questi ultimi, sono costituiti da strati di abrasivo sovrapposti e incollati intorno a un nucleo duro fino a formare una ruota. Sono meno flessibili e meno aggressivi rispetto ai dischi compressi, ma per entrambi, la velocità di scorrimento deve essere attentamente controllata in base alle indicazioni del fornitore.

Abrasivi speciali

Questa nuova generazione di abrasivi innovativi costituiti da una struttura multistrato e tridimensionale è particolarmente adatta per lucidare i manufatti in acciaio inossidabile. Offre elevati livelli di uniformità della finitura e, a differenza degli abrasivi tradizionali con supporto a nastro, è estremamente durevole anche in condizioni di lavoro intenso durante il processo di finitura dell'acciaio inossidabile.
I granuli di abrasivo, che agiscono in modo indipendente gli uni dagli altri, sono uniti tra loro formando strutture tridimensionali regolari. Queste strutture contengono piramidi, con lati piani o cuneiformi (a tenda), disposte sul substrato in modo sistematico. Mano a mano che il materiale composito, che costituisce la piramide, si consuma, si scoprono granuli abrasivi nuovi in grado di mantenere costante l'efficienza dell'abrasivo. Ciò determina, a sua volta, una maggiore durata d'uso, velocità di taglio superiore, finiture più uniformi e risparmio energetico rispetto agli abrasivi a nastro di tipo tradizionale.
Gli abrasivi speciali contengono, generalmente, al loro interno fluidi refrigeranti che, combinati alla capacità di autorigenerazione dell'abrasivo in uso, riducono la formazione di calore localizzato e il rischio di bruciature superficiali (alterazioni cromatiche nella zona riscaldata).

4.3 Utensili e macchine di finitura

La gamma di utensili e macchine utilizzati per la finitura dei manufatti in acciaio inossidabile comprende macchinari a installazione fissa (da officina) e utensili portatili.

Macchinari fissi

Per certe operazioni di finitura che prevedono, ad esempio, cicli produttivi per la preparazione di giunti a T o per la sbavatura, l'ideale è scegliere macchinari di finitura a installazione fissa.
Le smerigliatrici a nastro fisso (come da

figura al centro) sono perfettamente adatte per le operazioni di sbavatura.
Il macchinario raffigurato è stato progettato per essere utilizzato con una serie di utensili da molatura intercambiabili guidati da un albero flessibile. Questi macchinari, talvolta chiamati "satinatrici flessibili", sono particolarmente indicati per la politura a livello industriale in condizioni di lavoro intenso. Non essendoci un grosso motore in prossimità della testa, questi macchinari possono

contribuire a ridurre il carico di lavoro dell'operatore nonché il rischio di scosse elettriche.

Il tornio di politura/lucidatura a "mandrino lungo" raffigurato può essere utilizzato con un'ampia gamma di ruote di lucidatura e pulitura.

L'intagliatrice per tubi, raffigurata a sinistra, viene utilizzata per preparare le estremità dei tubi per le connessioni con giunti a T. Con questo metodo si producono profilature precise e ripetibili, di preparazione alla saldatura, che riducono al minimo l'intervento di molatura da eseguire sul manufatto finale dopo la saldatura.

Il nastro abrasivo scorre su una ruota di contatto in metallo producendo la profilatura desiderata, adatta all'estremità del tubo da inserire.

La modalità di lavoro di questo macchinario è illustrata nel dettaglio qui sopra.

Utensili portatili

Esiste una vasta gamma di utensili portatili per la molatura, politura e finitura a mano, adatti ad essere utilizzati per la lavorazione dei manufatti in acciaio inossidabile. Gli utensili portatili sono particolarmente versatili e trovano impiego soprattutto nella finitura di parti difficili da raggiungere. La varietà di utensili necessari può essere ridotta al minimo effettuando un'accurata selezione. È importante conoscere le specifiche applicazioni per le quali l'utensile è stato progettato in quanto le superfici piane possono danneggiarsi se si utilizzano utensili inadeguati e l'eventuale correzione può non essere facile da praticare e può richiedere tempo.

Le trapanatrici elettriche portatili non devono essere utilizzate con teste abrasive montate su mandrino nel caso di lavori di finitura sull'acciaio inossidabile. In queste macchine, la configurazione dei cuscinetti del mandrino non soddisfa i requisiti che questo tipo di lavoro comporta. Se è necessario ricorrere a questo tipo di utensile per la finitura di manufatti in acciaio inossidabile, è opportuno utilizzare smerigliatrici diritte fabbricate su progetto.

È opportuno chiedere al fornitore di utensili quali utensili portatili scegliere per la finitura dei manufatti in acciaio inossidabile.

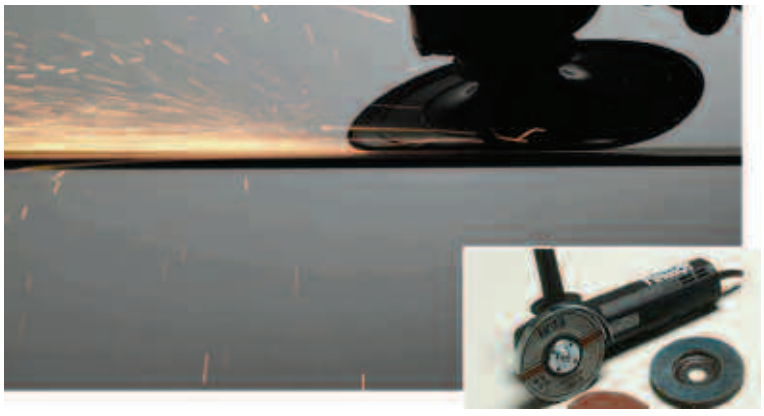
Esempi di utensili portatili più comunemente utilizzati per la finitura dei manufatti in acciaio inossidabile sono le smerigliatrici a nastro, le smerigliatrici angolari, le smerigliatrici angolari lunghe, le lucidatrici per tubi e le smerigliatrici elettriche.

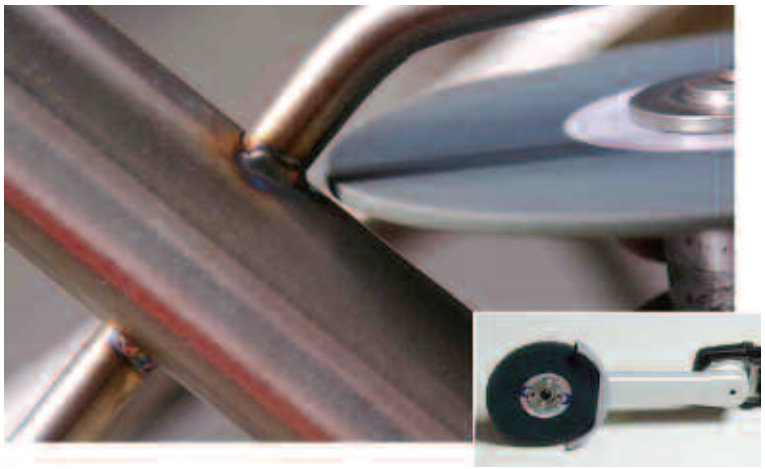
Smerigliatrice portatile

Questo tipo di utensile multiuso può essere impiegato per la finitura di lamiere e tubi. Possono essere montati diversi tipi di abrasivo facili da sostituire. In questo caso, viene impiegata una ruota Scotch-Brite™. Mantenendo bassa la velocità si evita il surriscaldamento, il danneggiamento della superficie (il cui intervento di riparazione potrebbe essere difficile da effettuare) e l'eccessiva usura degli abrasivi.

Smerigliatrici ad angolo variabile

Questi utensili montano dischi abrasivi flessibili, specifici per la lavorazione dell'acciaio inossidabile. È preferibile un motore a velocità variabile, in modo da rendere questi utensili estremamente versatili sia per la molatura che per la politura.



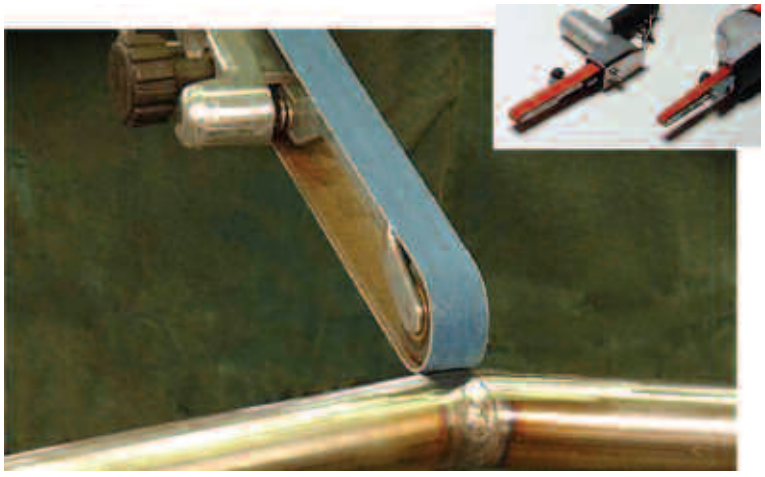


Utensile di finitura angolo interno

Questi utensili sono utilizzati prevalentemente per la finitura dei giunti d'angolo saldati, laddove l'accesso dell'utensile sia limitato a causa della presenza di angoli acuti. La rettifica del cordone saldato, l'eliminazione della variazione cromatica e la finitura finale del giunto, sono possibili grazie all'impiego di vari dischi abrasivi con diversi gradi di durezza.

Satinatrici per tubi

Questi utensili sono utilizzati per la finitura di strutture a tubo quali sono, ad esempio, i corrimano. La particolarità che contraddistingue questi utensili è il fatto che intorno alla circonferenza del tubo viene avvolto un nastro abrasivo flessibile in grado di lavorare angoli di ampiezza fino a 270°. Grazie al particolare assetto dell'abrasivo, questi utensili possono essere impiegati per la finitura di "assiemi chiusi".



Smerigliatrici elettriche a nastro stretto

Queste pratiche smerigliatrici portatili a nastro stretto, talvolta denominate anche "Dynafile", possono essere utilizzate per levigare i giunti saldati. Questi utensili devono essere maneggiati con cautela per evitare di danneggiare la superficie metallica vicina e richiedono solitamente un passaggio finale di lucidatura per conferire uniformità alle finiture.

Tipi di alimentazione per gli utensili di finitura

Per eseguire i lavori di finitura dell'acciaio inossidabile, l'alimentazione degli utensili può essere di tipo elettrico oppure pneumatico. La scelta del tipo di alimentazione non influisce direttamente sul risultato di finitura finale.

L'aria compressa può essere utilizzata per alimentare le apparecchiature di finitura industriali purché l'impianto abbia una sufficiente capacità di pressione ed erogazione d'aria. Può accadere che il fabbisogno d'aria per la finitura dell'acciaio inossidabile sia superiore rispetto a quanto avviene per altri metalli di identica forma e medesime dimensioni, in quanto potrebbe essere necessario applicare una forza di maggiore intensità. Inoltre, la finitura meccanica dell'acciaio inossidabile richiede di solito l'impiego di utensili con un range di velocità più ampio rispetto a quanto avviene per la lavorazione dell'acciaio al carbonio; per questa ragione, gli utensili pneumatici devono essere dotati di comandi per la variazione della velocità.

Gli utensili di finitura di tipo pneumatico possono essere più costosi da acquistare e far funzionare rispetto alle macchine utensili elettriche aventi stessa capacità e pertanto potrebbero non essere una scelta economicamente vantaggiosa. In taluni casi, le apparecchiature pneumatiche sono, comunque, indispensabili, ad esempio se la finitura viene eseguita all'interno di container, serbatoi, recipienti, ecc. In condizioni come queste in cui non è possibile installare un sistema elettrico di messa a terra sicuro per le apparecchiature elettriche da 220 V o 380 V e non si dispone di apparecchiature a basso voltaggio o di sufficiente potenza, le apparecchiature pneumatiche possono costituire un'alternativa sicura.

Per una serie completa di apparecchi di finitura elettrici l'alimentazione elettrica necessaria per effettuare la lavorazione di manufatti in acciaio inossidabile comprende sia la monofase da 220/240 V che la trifase da 380 V. In un reparto di finitura perfettamente attrezzato potrebbero essere necessari entrambi i tipi di alimentazione.

La "satinatrice flessibile", ovvero i macchinari con albero flessibile, utilizzano in genere un motore elettrico "heavy duty" alimentato da corrente a 380 V. In questo modo, è possibile utilizzare diverse teste di finitura potenti ma leggere. Se sono molto potenti, devono essere utilizzate unità più pesanti e ciò può limitare la trasportabilità della macchina.

La tabella riassume l'ambito di applicazione
e i limiti di diverse tipologie di alimentazione:

Tipo di alimentazione	Vantaggi	Svantaggi
Elettrica portatile	• Normalmente funziona con alimentazione monofase (220/240V) prontamente fruibile • Apparecchiature elettriche generalmente facili da utilizzare, versatili e mobili	• In caso di uso improprio, possibili pericoli connessi all'alimentazione elettrica • Sensibili a sovraccarichi
Pneumatica	• Alimenta utensili generalmente leggeri e compatti • Alte velocità degli utensili rotativi • Nessun rischio di folgorazione per gli operatori • Nessun rischio di guasto dovuto a bruciatura del motore	• Maggiori costi di consumo energetico • Maggiori costi di investimento per l'installazione di compressori e rete di distribuzione • Maggiori costi per le apparecchiature di finitura • Il funzionamento di apparecchi pneumatici può comportare livelli più elevati di rumore
Apparecchiatura elettrica con albero flessibile	• Alimentazione elettrica unica e affidabile, capace di azionare un'ampia gamma di operazioni di lucidatura • Consente la ripetitività del lavoro riducendo lo sforzo richiesto all'operatore • Variabilità della velocità dell'utensile da un solo gruppo motore • Distanza del motore rispetto alla testa con ridotto pericolo di folgorazione per gli operatori	• La lunghezza limitata dell'albero di trasmissione può ridurre l'accessibilità se i pezzi sono di ampie dimensioni • Richiesti operatori altamente qualificati per ottimizzare la resa di questo tipo di alimentazione versatile

5 La migliore prassi di finitura

5.1 Ridurre al minimo il lavoro di finitura

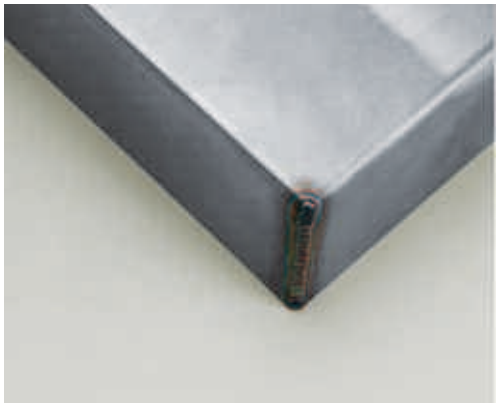
L'acciaio inossidabile è largamente utilizzato per applicazioni decorative che richiedono un elevato standard qualitativo della finitura superficiale.
L'intervento finale di molatura, politura e/o lucidatura può essere ridotto al minimo se le precedenti operazioni, quali taglio, piegatura e saldatura, sono state eseguite correttamente.
Durante la fabbricazione dei manufatti di acciaio inossidabile con funzione decorativa è importante:

- acquistare, per quanto possibile, componenti già lucidati
- proteggere queste parti con "finiture" pregiate durante tutti i processi di produzione e stoccaggio

La scelta di metodi e apparecchiature di saldatura appropriati non può prescindere dalle seguenti valutazioni:

- I metodi di saldatura GTAW/TIG (in atmosfera inerte ad elettrodo di tungsteno), seppur più lenti rispetto ai metodi GMAW/MIG (saldatura a filo continuo in atmosfera protetta), costituiscono, tutto sommato, la scelta ottimale nel caso della lavorazione di manufatti decorativi in cui sono richieste finiture di alta qualità.
- La precisione richiesta nei processi GTAW/TIG manuali o semiautomatici può essere mantenuta in quanto l'usura dell'elettrodo è limitata e l'arco possiede una buona stabilità.
- Evitare giunti saldati di spessore troppo elevato che possono provocare deformazioni e richiedere costosi e superflui interventi di rettifica e finitura.

Benché la maggior parte delle apparecchiature di finitura siano versatili e un numero limitato di utensili sia in grado di svolgere la maggior parte dei lavori di finitura, è importante utilizzare utensili appropriati a seconda del particolare tipo di finitura da eseguire. Quasi tutti i reparti di fabbricazione e finitura dispongono di macchinari fissi, quali smerigliatrici a nastro, intagliatrici per tubi e torni di lucidatura/pulitura a "mandrino lungo". È altresì necessario disporre di un'adeguata serie di utensili portatili per eseguire il lavoro di finitura su parti e manufatti decorativi in acciaio inossidabile.



Gli angoli di questo top devono essere lavorati accuratamente affinché si uniformino con le superfici contigue. L'angolo così finito, pur non essendo un elemento strutturale essenziale del manufatto, non fa che consolidare l'idea, diffusa tra progettisti e utilizzatori, secondo la quale l'acciaio inossidabile è un materiale igienico con elevate qualità estetiche. La cura di dettagli come questi rappresenta una parte fondamentale della finitura "a regola d'arte".

5.2 Scelta di metodi di finitura appropriati al progetto e ai metodi costruttivi

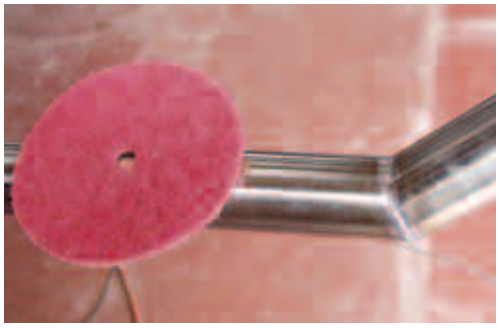
Le giunzioni di tubi nei manufatti di acciaio inossidabile, come nel caso dei corrimano, sono molto comuni e possono essere prese ad esempio per illustrare le tecniche di finitura più idonee.
Gli esempi riportati mostrano la finitura di due diversi giunti ad angolo.
A sinistra è presentato un manufatto in cui è visibile un giunto "semplice" del tubo ottenuto con un raccordo a gomito preformato.
Per completare il giunto sono necessari soltanto due giunti di testa diritti con il vantaggio che il giunto è facilmente accessibile per la saldatura e finitura.
L'esempio a destra mostra un giunto di testa angolare che forma un angolo "acuto" tra le sezioni perpendicolari. L'accessibilità per le operazioni di saldatura e finitura è più limitata in questo caso. L'interno del giunto deve essere rettificato e lucidato con una smerigliatrice per angoli interni munita di ruota stretta. L'angolo esterno, invece, può essere lavorato con dischi abrasivi a lamelle che garantiscono una maggiore rapidità nell'esecuzione del lavoro.
In entrambi i casi, le zone in prossimità del giunto saldato possono essere uniformate completamente con macchine utensili manuali o portatili su cui è montato un abrasivo tipo Scotch-Brite™.
Sebbene il giunto a gomito "semplice" possa essere più facile da realizzare e rifinire, occorre tenere scorte di gomiti di varie dimensioni (diametro esterno e tolleranze).

Angolo formato utilizzando un gomito

Assenza di angolo acuto interno

L'intero perimetro del giunto può essere sottoposto a trattamento preliminare eseguito semplicemente con dischi abrasivi a lamelle

Finitura a mano per uniformare l'aspetto dell'intera ringhiera rendendo levigato il punto di collegamento tra i due tubi



Angolo con taglio a 45° con giunto singolo

Trattamento dell'angolo interno con utensile di finitura per angoli interni

Trattamento dell'angolo esterno con dischi abrasivi lamellari

Operazione di finitura con macchina utensile portatile di facile utilizzo. L'angolo acuto del giunto è ancora visibile con la saldatura completamente uniformata

5.3 Precauzioni da adottare durante la finitura di manufatti decorativi

Ridurre al minimo la finitura superficiale

Attraverso un'attenta selezione dei materiali prefiniti disponibili, è possibile, in genere, contenere gli interventi di finitura da eseguire sul manufatto assemblato limitandoli alla semplice molatura e uniformazione dei giunti. Se occorre effettuare la molatura in alcuni punti, si consiglia di non utilizzare un abrasivo a grana troppo grossa. Si rischierebbe di asportare uno strato di superficie troppo profondo creando avvallamenti indesiderati sulla superficie ed andando ad assottigliare troppo il metallo sottostante. Per rifinire i manufatti formati da diverse lamiere saldate, sono più indicati i dischi abrasivi piuttosto che le tecniche di abrasione che prevedono l'uso di nastri di molatura. In questo modo, si limita, sul materiale di partenza, l'estensione della zona sottoposta a molatura intorno alla saldatura. Infatti, il diametro del disco abrasivo deve essere il più piccolo possibile per fare sì che la zona sottoposta a molatura sia il più possibile ridotta.

Evitare il riscaldamento localizzato

I tipi di acciaio inossidabile più comunemente utilizzati nell'edilizia sono le leghe Cr-Ni, ovvero gli acciai inossidabili tecnicamente detti "austenitici" (per lo più EN 1.4301/1.4307 e – in un ambiente più corrosivo - EN 1.4401/1.4404). Presentano valori più alti di dilatazione termica e più bassi di conduttività termica rispetto all'acciaio inossidabile tipo 1.4016 legato al solo cromo ("ferritico") il cui utilizzo dovrebbe

limitarsi alle applicazioni interne. Gli acciai inossidabili ferritici presentano proprietà fisiche simili agli acciai al carbonio.
Ne deriva che durante la molatura e la politura, il calore che necessariamente si forma, non si disperde nel metallo circostante con la stessa velocità con cui si disperde negli acciai ferritici. Occorre pertanto regolare la velocità degli utensili e la pressione applicata per compensare questo inconveniente; in caso contrario, possono verificarsi deformazioni e un'eccessiva alterazione cromatica dovuta al calore.

Effettuare la lavorazione con la grana esistente per la finitura lucida

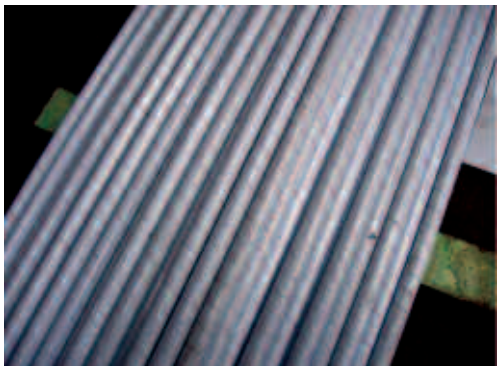
Le caratteristiche delle "striature" lasciate durante la lucidatura dipendono dalla granulometria dell'abrasivo e dalla direzione in cui è stato passato l'abrasivo. Quando le superfici vengono uniformate utilizzando metodi di politura a mano (ad es. Scotch-Brite™), è importante mantenere la direzione utilizzata precedentemente allo scopo di ridurre i tempi e gli sforzi necessari a conferire al prodotto la finitura desiderata.
I punti da tenere a mente durante la finitura meccanica sono riassunti qui di seguito:

- Mantenere basso quanto più possibile l'apporto di calore per evitare inutili deformazioni e alterazioni cromatiche.
- Valutare attentamente le eventuali conseguenze generate dall'aumento della velocità dell'utensile o della pressione applicata qualora si rendesse necessario aumentare la produttività.
- Se si varia la granulometria tra un passaggio di finitura e l'altro, si consiglia di pulire la superficie del pezzo da lavorare e l'apparecchiatura di finitura. Così facendo, si evita che particelle di molatura più grosse, staccatesi nei precedenti passaggi di politura, danneggino la nuova superficie.
- Durante il processo di uniformazione mantenere sempre la direzione utilizzata nello stadio precedente. La corsa deve essere il più possibile lunga nei passaggi conclusivi di politura a mano.
- Se non si è sicuri quale granulometria utilizzare per la finitura manuale, è bene cominciare con una grana più fine piuttosto che con una troppo grossa. Infatti, se i grani dell'abrasivo sono troppo grossi, la superficie può danneggiarsi e la riparazione potrebbe richiedere troppo tempo o essere addirittura impraticabile. In linea di principio, una grana da 120 è in genere quella più grossa utilizzata per lavorazioni di questo genere.
- A differenza di quanto avviene per i manufatti in acciaio che vengono infine verniciati, la cattiva qualità di esecuzione è difficile da correggere o nascondere durante la finitura meccanica dei manufatti in acciaio inossidabile.
- La scelta della granulometria da utilizzare nei passaggi successivi è di fondamentale importanza. In linea di principio, il numero della granulometria dell'abrasivo da utilizzare nei successivi passaggi non deve superare il doppio di quello precedentemente utilizzato. Se la differenza granulometrica tra un abrasivo e l'altro è troppo grande, la superficie trattata potrebbe presentare tracce degli abrasivi a grana più grossa usati per la prepolitura.
- In fase di lucidatura, si consiglia di variare la direzione di 90 gradi tra uno stadio e l'altro.

5.4 Gestione ottimale in fase di stoccaggio, produzione, finitura e installazione di prodotti decorativi in acciaio inossidabile

In molti reparti è prassi ricorrente utilizzare molteplici varietà di materiali metallici, tra cui gli acciai al carbonio e quelli inossidabili. Molti manufatti possono anche essere costituiti da una combinazione di parti metalliche comprendenti sia elementi in acciaio al carbonio che elementi in acciaio inossidabile. In tali condizioni, è di fondamentale importanza osservare alcune regole di base sulla gestione ottimale e sulla qualità di esecuzione al fine di evitare macchie di ruggine durante la vita del manufatto in acciaio inossidabile. Parimenti, è importante avere cura che non si creino danni meccanici sulle superfici dei semilavorati o dei prodotti finiti in acciaio inossidabile. È opportuno adottare le seguenti precauzioni:

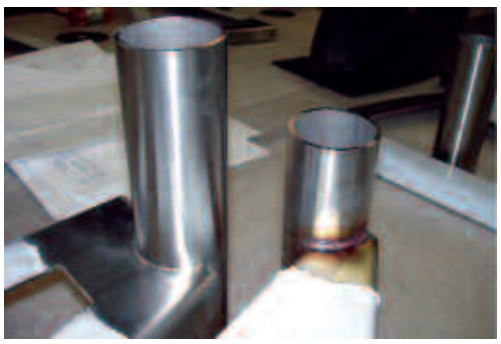
- Utilizzare rivestimenti plastici per proteggere le superfici dei manufatti, laddove possibile. Spesso lamiere, tubi e barre sono già rivestiti con questi film protettivi quando escono dalla fabbrica o dai centri di servizio. È buona norma conservare questi rivestimenti il più a lungo possibile durante le fasi di produzione e sostituirli una volta conclusa la produzione, quando il prodotto è pronto per essere spedito. L'acciaio inossidabile, come materia prima, costa circa da 2,5 a 5 volte in più rispetto all'acciaio al carbonio, pertanto il rivestimento in plastica non deve essere considerato un "lusso". Il rivestimento protettivo è importante per mantenere il valore dei prodotti prefiniti di acciaio inossidabile in quanto si riduce il rischio di graffi e contaminazioni.



Durante la produzione di strutture composite decorative, quali scale, corrimano e ringhiere, tutte le materie prime impiegate andrebbero acquistate già lucidate e rivestite con film plastico, ove possibile. Grazie a questi film protettivi si riduce il rischio di danni meccanici e contaminazioni da ferro.

- Gli abrasivi per l'acciaio al carbonio non devono essere mescolati con quelli per l'acciaio inossidabile al fine di evitare il rischio di contaminazioni da ferro.

- Ricorrere, ove possibile, a zone di stoccaggio e lavorazione separate se lo stabilimento tratta diversi tipi di metalli. L'ideale sarebbero reparti completamente separati. Così facendo, si eliminerebbero le due cause che più frequentemente sono responsabili della contaminazione da ferro: la contaminazione diretta generata dai depositi di polvere di molatura dell'acciaio al carbonio e la contaminazione incrociata provocata dall'impiego di utensili comuni per applicazioni diverse.



Le superfici dei gradini di una scala prima (destra) e dopo (sinistra) il trattamento sulle saldature.
È stato mantenuto il più possibile il film plastico presente sull'acciaio al momento della fornitura allo scopo di proteggere la finitura originaria.

- Occorre usare cautela anche durante lo stoccaggio e la movimentazione per evitare danneggiamenti e contaminazioni. Le scaffalature di stoccaggio, i carrelli elevatori a forca, ecc. devono essere rivestiti con un materiale adatto come la plastica, la gomma o il legno. Si devono utilizzare imbragature in tessuto o corda anziché catene d'acciaio. I piani trasportatori devono essere progettati e messi in funzione in modo tale da evitare danneggiamenti e contaminazioni. Se dovessero essere utilizzati anche per l'acciaio al carbonio, occorre dapprima eliminare tutte le particelle residue di ferro e poi passare all'acciaio inossidabile. (Ciò vale anche per utensili quali cesoie, presse e tutta l'utensileria a mano).
- È importante che non si calpestino le lamiere di acciaio inossidabile. La contaminazione attraverso particelle di acciaio al carbonio, grasso e olio può diffondersi facilmente anche in questo modo.
- Devono essere impiegati materiali e metodi di imballaggio atti a prevenire i danni alle superfici. Le reggette di acciaio al carbonio non devono venire a contatto con le superfici in acciaio inossidabile. Se si sceglie di utilizzarle, è opportuno inserire dei distanziali di legno tra le fascette di acciaio al carbonio e le superfici di acciaio inossidabile.

Se le tecniche di fabbricazione e finitura e la gestione dello stabilimento fossero state adeguate, sarebbe stato possibile evitare i difetti di questo manufatto. Nello specifico:

- *Bassa qualità del giunto saldato: esteticamente scadente e con una resistenza alla corrosione compromessa*
- *Utilizzo di bulloni di una lega incompatibile e poco resistente alla corrosione*
- *Macchie di ruggine sui tubi quadri inox lucidati*

Un'atmosfera aggressiva (ad es. ambiente costiero) influirà sui problemi di corrosione.
Per ridurre il rischio che si verifichino tali problemi, occorre considerare i seguenti punti:

- *Maggior cura durante la saldatura per evitare cordoni irregolari e schizzi di saldatura*
- *Corretta finitura della saldatura*
- *Utilizzo di dispositivi di fissaggio in acciaio inossidabile*
- *Adeguata protezione di tutti i componenti in acciaio inossidabile presenti nei pressi del reparto di produzione*
- *Adeguata pulizia localizzata con prodotto privo di cloro*

6 Studio di casi pratici

6.1 Corrimano

I corrimano e le balaustre, pur avendo come funzione primaria quella di aumentare la sicurezza, possono servire a esaltare gli aspetti concettuali del progetto architettonico in molteplici applicazioni costruttive ed edili.

Utilizzare l'acciaio inossidabile per queste applicazioni è vantaggioso, in quanto:

- Costituisce una soluzione sostenibile che richiede pochissima manutenzione.
- Mantiene inalterato l'aspetto estetico originario per tutto il ciclo di vita dell'edificio.
- Offre un ottimo rapporto resistenza/peso.

I manufatti in acciaio inossidabile, destinati ad ambienti esterni, devono avere un'ottima resistenza alla corrosione e ciò è possibile se sono stati osservati i seguenti punti:

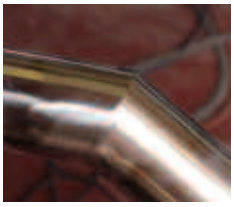
- Selezionare un tipo di acciaio adeguato all'ambito applicativo.
- Scegliere una finitura superficiale (rugosità) che non comprometta il grado di resistenza alla corrosione posseduto dal tipo di acciaio scelto.
- In fase di progettazione, predisporre un buon sistema di scolo e drenaggio delle acque e assicurarsi che il progetto sviluppato offra standard qualitativamente elevati di produzione e finitura.

L'ultimo punto, in particolare, è illustrato in questo caso. Per la fabbricazione di corrimano e balaustre vengono spesso adottate tecniche di giunzione come il fissaggio meccanico (compresa bullonatura o raccorderie a bicchiere), l'incollaggio, ecc.; tuttavia, nella maggior parte dei casi si ricorre, in genere, ai giunti saldati che richiedono particolare attenzione in fase di produzione e lavorazione finale affinché al prodotto venga conferita la finitura e l'aspetto estetico desiderati.
Qui di seguito sono illustrati i metodi di saldatura e finitura applicati più di frequente nella produzione di corrimano e balaustre.

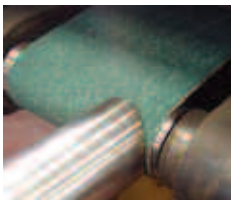
La scelta dell'acciaio inossidabile per la fabbricazione di corrimano:

- *È una soluzione sostenibile che richiede pochissima manutenzione.*
- *Consente di mantenere inalterato l'aspetto estetico originario per tutto il ciclo di vita dell'edificio.*
- *Garantisce un ottimo rapporto resistenza/peso.*

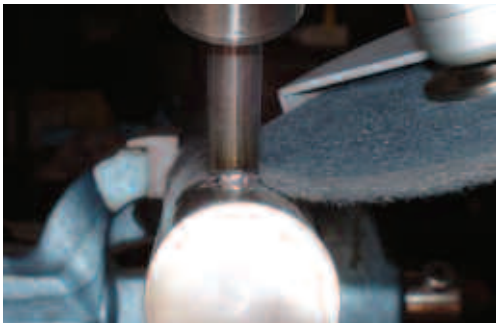
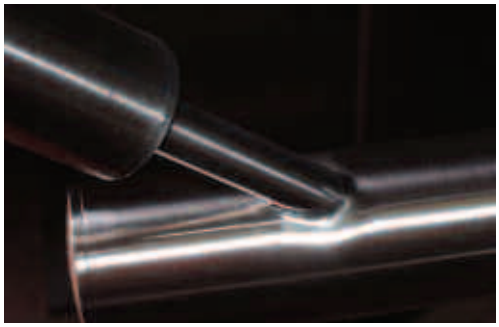
Tubi, profilati e barre in acciaio, necessari per la produzione, possono essere forniti nella finitura decorativa desiderata. Utilizzare prodotti prefiniti, infatti, riduce al minimo il lavoro di finitura da effettuare sul manufatto assemblato.
Durante l'immagazzinaggio e la movimentazione i tubi e le barre in acciaio inossidabile devono essere protetti mantenendo l'imballo originale onde evitare eventuali danneggiamenti. Anche le superfici delle scaffalature di stoccaggio devono essere protette applicando materiali morbidi come plastica o gomma onde evitare di danneggiare la finitura dell'acciaio.



Il taglio e la levigatura dei giunti ad angolo dei tubi devono essere accurati in modo da ottenere una superficie perfettamente pulita prima della saldatura e ridurre il rischio di lesioni dovute al taglio. Eliminare le bave sui bordi esterni, con una smerigliatrice a nastro fissa, permette di ottenere più facilmente saldature ottimali riducendo al minimo la necessità di levigare le superfici dopo la saldatura.



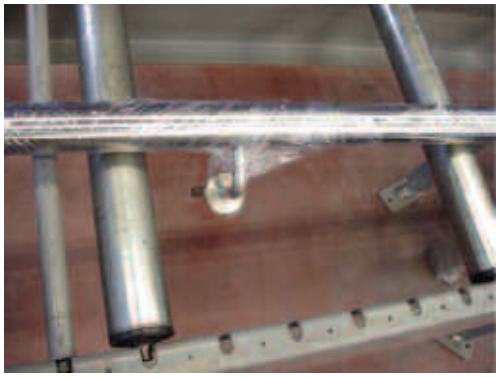
Le estremità dei giunti a T tubolari possono essere preparate utilizzando una smerigliatrice a nastro fissa per l'affilatura dei tubi. Ciò dovrebbe permettere di attenere più facilmente saldature perfette riducendo al minimo la necessità di levigare le superfici dopo la saldatura.

Nella progettazione di corrimano e balaustre si ricorre spesso all'innesto di barre di piccolo diametro come connessione per i giunti dei tubi. Questo tipo di giunzione riduce il lavoro di saldatura necessario e consente anche di accedere più facilmente alle superfici durante le fasi di finitura.

Quando i corrimano e le balaustre sono assemblati, l'accessibilità per le operazioni di finitura finale può risultare più limitata. In taluni casi, potrebbe essere addirittura impossibile realizzare la finitura desiderata. I sottogruppi devono essere già rifiniti a monte, durante le fasi di costruzione.
In questi casi, le superfici prefinite dei gruppi vanno protette con un film plastico al fine di ridurre il rischio di danneggiamenti durante l'assemblaggio finale.

L'utilizzo di profilati prefinti di acciaio riduce complessivamente il lavoro di finitura, i tempi e i costi a carico del costruttore.
Pertanto, per uniformare perfettamente la finitura del giunto saldato con il profilato prefinito di acciaio basta un rapido intervento.
È importante, però, avvalersi di una corretta combinazione di utensili e abrasivi. I nastri abrasivi tipo Scotch-Brite™ sono spesso impiegati per questi lavori di finitura.



Una volta completate tutte le operazioni di finitura, onde evitare di arrecare danni ed esporsi al rischio di contaminazioni, è importante proteggere correttamente il prodotto durante gli stadi finali di movimentazione, stoccaggio e spedizione. In questo esempio è stato utilizzato per l'imballaggio un semplice ma efficace film di plastica.

6.2 Arredo urbano

L'acciaio inossidabile impiegato nella moderna architettura urbana comprende prodotti sostenibili, sicuri ed eleganti quali:

- panchine
- cestini portarifiuti
- rastrelliere portabiciclette
- dissuasori stradali

Questo caso pratico illustra la produzione di dissuasori stradali ponendo particolare attenzione alle finiture.
L'acciaio inossidabile offre diversi vantaggi che garantiscono a questi prodotti una lunga durata conferendo loro caratteristiche estetiche uniche. Eccone alcuni:

- Buoni valori di resistenza a trazione e di resilienza. Ciò permette di utilizzare pilastri leggeri senza compromettere la sicurezza di pedoni o edifici a protezione dei quali sono stati progettati i dissuasori stradali.
- Una serie di finiture lisce che ottimizzano la resistenza alla corrosione, limitano l'accumulo di sporco e favoriscono la pulizia derivante dal dilavamento dell' acqua piovana.

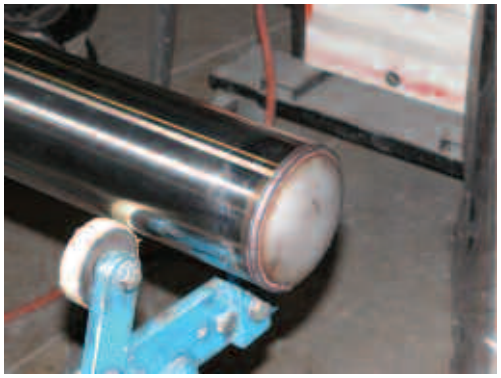
I modelli caratterizzati da un'estremità di arresto a forma convessa offrono diversi vantaggi:
- *La forma liscia riduce il rischio di ferire i passanti.*
- *La struttura convessa tenderà a fare cadere oggetti estranei o rifiuti collocati sulla sommità del dissuasore.*
- *L'interno del tubo non tratterrà rifiuti o sporco.*

Il coperchio viene imbastito provvisoriamente nella sua posizione prima di effettuare la saldatura continua circolare.

L'impiego di inox per l'arredo urbano offre una serie di vantaggi:
- *Alta resistenza rendendo possibile l'impiego di manufatti leggeri senza compromettere la sicurezza.*
- *Le superfici lisce assicurano un'ottima resistenza alla corrosione e impediscono depositi di sporco.*

I tubi in acciaio inossidabile possono essere forniti in lunghezze standard o pretagliati dai distributori. In alternativa, i tubi si possono tagliare a lunghezza all'interno del reparto di produzione.
Si possono scegliere finiture laminate a freddo 2B oppure finiture lucide di vario tipo.
Se si impiegano tubi prelucidati, è possibile ridurre l'intervento alla fine del processo produttivo.

Il giunto saldato continuo offre la necessaria resistenza e tenuta.
Questo tipo di giunto può essere effettuato utilizzando o la saldatura GTAW/TIG manuale o un procedimento semiautomatico (orbitale). La saldatura manuale, pur essendo più lenta, consente giunti lisci e perfetti purché venga condotta una buona preparazione iniziale. La saldatura semiautomatica può essere utilizzata nei casi in cui è possibile una maggiore velocità di saldatura o in cui la preparazione del giunto non può essere eseguita in modo ottimale. Lo svantaggio di questo procedimento più rapido è che dopo la saldatura può servire un intervento di molatura più gravoso.
Più le operazioni di saldatura sono accurate, meno interventi di finitura sono necessari.



L'intera circonferenza del tubo, accanto al punto in cui è stata saldata l'estremità di arresto, viene sottoposta a prelucidatura.
L'utensile utilizzato per la lucidatura del tubo consente di levigare un'ampia sezione radiale del tubo da qualsiasi punto. Il risultato è una finitura ancora più uniformemente lucida.
Se si appoggia il tubo su una coppia di rulli a un'estremità e lo si mantiene in posizione in un mandrino autocentrante a tre griffe dall'altra, è possibile raggiungere un buon controllo sull'utensile di lucidatura.

La molatura sul giunto saldato avviene tramite un utensile portatile munito di dischi lamellari.
Il disco abrasivo lamellare copre una superficie di contatto più grande rispetto ai nastri di molatura. In questo modo, si riduce il rischio che si formino striature e solchi sull'area levigata, difficili da correggere in seguito.

Ottenere una finitura di alto livello richiede l'intervento di operatori qualificati. È altresì importante assumere la posizione migliore e più ergonomica per ogni lavoro.

Dopo gli stadi di molatura iniziali, viene effettuata la politura meccanica con abrasivi a grana sempre più fine prima di passare allo stadio finale di lucidatura eseguito con una pulitrice fissa a mandrino lungo.
Se la superficie non è stata prelucidata correttamente, il processo di pulitura non permette di conseguire la finitura riflettente desiderata.

Da ultimo, il diametro esterno del dissuasore stradale viene trattato con abrasivo a nastro Scotch-Brite™. Questi abrasivi rendono le superfici uniformi lasciando tracce minime.
Utilizzare un buon sistema di bloccaggio e supporto del pezzo in combinazione con l'utensile di lucidatura e il nastro abrasivo Scotch-Brite™ consente di ottenere una finitura ottimale e uniforme sull'intera superficie del dissuasore stradale.

Con il solo impiego di una serie ridotta di utensili a mano flessibili, di adeguate apparecchiature di movimentazione e metodi di lavorazione è possibile ottenere una finitura con elevate qualità estetiche senza tracce visibili del giunto saldato.
È importante assicurarsi che in tutte le fasi di stoccaggio, fabbricazione e spedizione le superfici in acciaio inossidabile non riportino danni meccanici o vengano a contatto con il ferro o subiscano contaminazioni.
Per raggiungere la massima resistenza alla corrosione, i giunti saldati non devono presentare tracce di alterazioni cromatiche e devono essere levigati facendo in modo che siano il più possibile lisci e in perfetta sintonia, da un punto di vista estetico, con il risultato finale complessivo che si intende raggiungere.

L'elevata qualità di esecuzione è una conferma inequivocabile della durata, sicurezza ed eleganza dell'acciaio inossidabile applicato all'arredo urbano.
Le superfici rifinite meccanicamente consentono, altresì, di esaltare ulteriormente le qualità estetiche del prodotto con l'aggiunta di motivi, loghi o caratteri personalizzati.

6.3 Attrezzature per la ristorazione

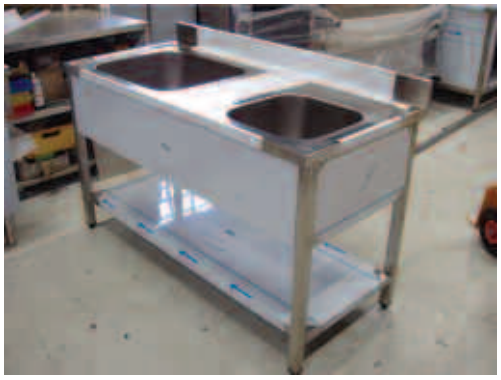
Nelle moderne cucine professionali di ristoranti, ospedali, scuole, ecc. è di fondamentale importanza che i materiali, di cui sono composte tutte le attrezzature e le superfici di lavoro, siano non soltanto esteticamente belli, ma soddisfino anche gli elevati standard igienici. L'acciaio inossidabile risponde a questi requisiti in quanto:

- ha elevate qualità estetiche per i design moderni
- è adatto alle rigorose esigenze igieniche di sanità pubblica
- è facile da pulire
- è resistente alla corrosione
- ha elevato rapporto resistenza/peso
- è facile da lavorare

Per queste ragioni, l'acciaio inossidabile è il materiale per eccellenza nell'ambito della ristorazione.
Un buon design implica un'attenta cura negli stadi di fabbricazione e finitura, necessari per la realizzazione delle attrezzature. I fattori da tenere presenti sono:

- Limitare a uno il numero di fasi di lucidatura strettamente necessarie
- Esecuzione a regola d'arte delle tecniche di piegatura, taglio e saldatura
- Adeguata protezione delle superfici lavorate durante tutti gli stadi di fabbricazione

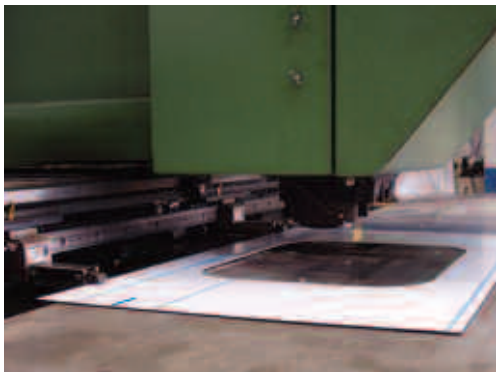
Questo studio del caso illustra la produzione di un lavabo da cucina autoportante in acciaio inossidabile evidenziando il metodo ottimale adottato per la finitura.

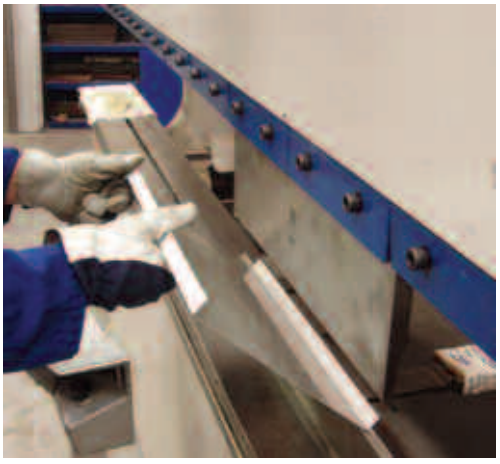


Questo tipo di lavabo rientra nella tipologia di quelli utilizzati dai professionisti. L'acciaio inossidabile, oltre ad essere facile da produrre, offre la giusta risposta ai problemi di igiene, resistenza alla corrosione e estetica con cui ci si deve confrontare quando si progettano cucine professionali.
Queste caratteristiche lo rendono il materiale per eccellenza nell'ambito della ristorazione professionale.

Il lavabo può essere realizzato partendo dalla lamiera di acciaio inossidabile lucidata e rivestita con film in plastica. Le lamiere e i tubi prerivestiti possono essere forniti dai comuni distributori di metalli. Le parti imbutite, come la vasca, è meglio che siano fornite da aziende specializzate nella tecnica dello stampaggio.

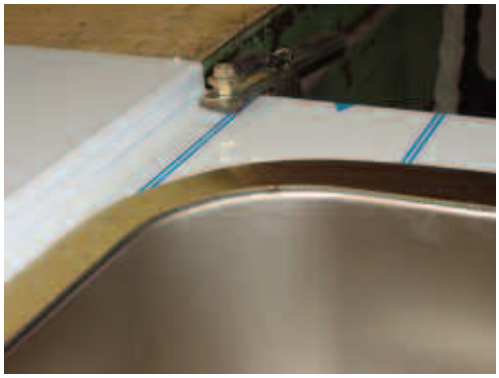
La rientranza nel top del lavabo deve essere accuratamente ritagliata, lasciando una leggera bava laterale, in modo da consentire la congiunzione con la vasca in maniera ottimale. A queste operazioni di taglio si prestano soprattutto le macchine automatiche. In questo modo, si ottengono saldature ottimali, facili da lavorare, rispondendo così agli alti livelli igienici richiesti.





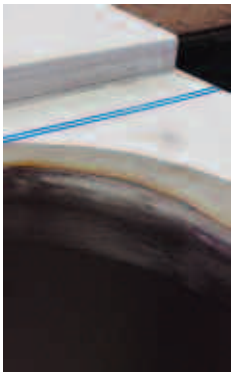
Ove possibile, devono essere utilizzati rivestimenti protettivi in plastica o materiali da imballaggio onde evitare danneggiamenti alle superfici o contaminazioni da ferro attraverso utensili e apparecchiature di movimentazione. Il costo di questa importante protezione deve essere compreso nella voce dei costi delle materie prime e non deve essere considerato un "extra".
Nei reparti in cui si lavorano metalli di tipo diverso, si consiglia di utilizzare apparecchiature per il taglio e la formatura diverse per l'acciaio al carbonio e per l'acciaio inossidabile.
Qualora ciò non fosse possibile, deve essere effettuata una pulizia accurata di tutte le apparecchiature di contatto tra un ciclo produttivo e l'altro dei diversi acciai.

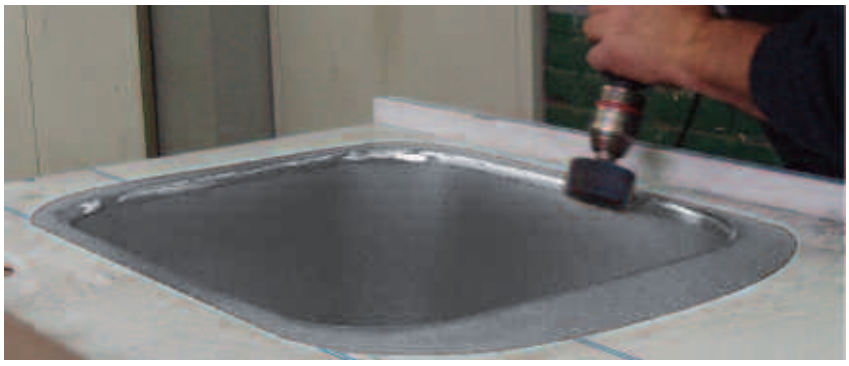
Se non esiste una particolare ragione che giustifichi l'asportazione del rivestimento o imballo di protezione, il danneggiamento o l'imbrattamento delle superfici può essere evitato mantenendo il film di plastica sulle superfici di acciaio. Devono essere utilizzate scaffalature progettate ad hoc, carrelli e altre attrezzature per lo stoccaggio - come il carrello d'acciaio inossidabile, qui raffigurato, per l'immagazzinaggio di tubi – allo scopo di prevenire danneggiamenti e contaminazioni delle superfici.



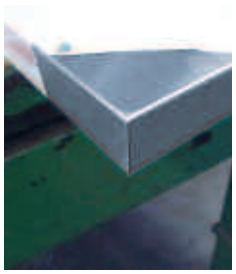
La vasca accuratamente sagomata e il top da lavoro sfinestrato sono stati congiunti con precisione affinché l'intervento di saldatura fosse ridotto al minimo. L'imbastitura serve a fermare la giunzione prima di effettuare la saldatura. Viene usata una barra di rame come dissipatore di calore per disperdere il calore dalla zona saldata quanto più rapidamente possibile, riducendo al minimo il rischio di deformazioni e la formazione di indesiderate alterazioni cromatiche intorno alla saldatura. (vedere anche 5.3.)

Dopo la saldatura deve essere effettuata la rettifica sul cordone di saldatura al fine di asportare eventuali strati interessati dall'alterazione cromatica e perfezionare i contorni del giunto. Ciò consente di lavorare il giunto conferendogli un'alta resistenza alla corrosione e rendendolo igienicamente sicuro durante tutto il ciclo di vita. Il disco abrasivo in fibra flessibile si adatta al contorno del giunto curvo durante l'azione di rettifica.





Dopo lo stadio iniziale di rettifica il giunto viene lucidato con una serie di ruote abrasive lamellari montate su utensile portatile a mandrino. Infine, il giunto viene uniformato alla vasca e al top da lavoro fino a conferire una finitura omogenea che nasce solo da una lavorazione manuale qualificata. Per questa operazione si ricorre a tamponi abrasivi Scotch-Brite™ da usare con attenzione.



Dopo la piegatura, eseguita con cura, il giunto ad angolo viene saldato. In questo modo, il giunto risponde agli elevati requisiti igienici riducendo al minimo il rischio di lesioni da contatto. La resistenza o l'impermeabilità, invece, sono caratteristiche non richieste in questo tipo di giunto. Più la saldatura è perfetta, minore sarà l'intervento di finitura e di conseguenza i costi da sostenere.

Sebbene la spesa per le materie prime, utilizzate per la realizzazione del prodotto finito in acciaio inossidabile, abbia un peso consistente nel costo totale, un importo dal valore significativo è dato dalla produzione e finitura di qualità. Il valore del prodotto finale deve essere quindi protetto ricorrendo a un accurato imballaggio adatto alla spedizione.

Tutte le operazioni di movimentazione, dopo avere realizzato il prodotto, devono svolgersi senza arrecare danno alle merci. Eventuali fonti e cause da cui possono originarsi danni sono:

- *Superfici di contatto non protette sui carrelli elevatori a forche e altri meccanismi di sollevamento.*
- *Utilizzo di scaffalature di stoccaggio o apparecchi di movimentazione non provvisti dell'adeguata protezione in caso di contatto con l'acciaio inossidabile.*

7 Salute, sicurezza e tutela ambientale

La pubblicazione edita da Euro Inox "Acciaio Inossidabile – La Scelta Sicura", della Serie: Ambiente e Salute Umana – Volume 1, tratta in modo piuttosto particolareggiato la questione della salute umana e della tutela ambientale in relazione all'acciaio inossidabile. Questa pubblicazione giunge alla conclusione che le conseguenze sulla salute, a causa del rilascio di nichel o cromo, sono trascurabili nella maggior parte dei casi. Tuttavia, in considerazione del fatto che possono generarsi polveri fini durante le operazioni di finitura sui prodotti in acciaio inossidabile, è necessario adottare una certa cautela. Se le polveri fini non vengono tenute sotto controllo e limitate in modo opportuno, potrebbero rappresentare un problema per la salute.
L'uso scorretto delle apparecchiature meccaniche per la finitura e lo smaltimento inadeguato dei materiali di scarto possono sortire un effetto negativo sulla salute e sull'ambiente.

7.1 Effetti sulla salute connessi alla finitura degli acciai inossidabili

Come precedentemente asserito, la finitura dell'acciaio inossidabile genera polvere. Per proteggere la salute dei lavoratori, le concentrazioni di polvere nel luogo di lavoro non devono essere in eccesso, soprattutto per periodi prolungati, e devono essere mantenute entro i limiti di esposizione professionale imposti dalle normative europee e nazionali in materia di sanità e sicurezza. Per fare sì che questi limiti non vengano oltrepassati, è opportuno ricorrere all'eliminazione locale dell'aria e all'aspirazione delle polveri.

Non ci sono limiti di esposizione professionale per l'acciaio inossidabile. Sebbene l'acciaio inossidabile, come lega, non possa essere considerato come la somma dei suoi componenti costitutivi, tuttavia è importante sapere che i limiti di esposizione professionale sono applicabili ad alcuni dei suoi componenti (ad es. Ni, Cr, Mn, Mo) e a certi suoi composti.
Lo stretto e prolungato contatto con il nichel può indurre una sensibilizzazione cutanea e generare dermatiti allergiche da contatto da nichel. In considerazione del fatto che il nichel è presente in quantità significative in alcuni acciai inossidabili, è stata avanzata l'ipotesi che possa sussistere il potenziale rischio di sensibilizzazione cutanea a seguito della lavorazione degli acciai inossidabili. Tuttavia, i test convalidati, condotti tenendo l'epidermide a stretto e prolungato contatto, dimostrano che i comuni tipi di acciaio inossidabile 1.4301 (304), 1.4541 (321), 1.4401 (316) non provocano nei soggetti la sensibilizzazione al nichel. Tuttavia, lo stretto e prolungato contatto con tipi risolforati (facilmente lavorabili) come 1.4305 (303) possono indurre reazioni allergiche (induzione) nei soggetti che hanno dimostrato una "sensibilità al nichel". È importante notare che la sensibilizzazione al nichel non è l'unico fattore responsabile della comparsa di dermatite nei soggetti sensibili. Il contatto con i refrigeranti/fluidi da taglio (ad es. utilizzati nelle seghe e in altri macchinari), stracci o indumenti sporchi possono costituire delle concause per l'insorgenza della dermatite nei soggetti predisposti a questi disturbi cutanei.

Il fornitore di acciaio inossidabile ha l'obbligo di esibire, su richiesta, una scheda di sicurezza del materiale (Materials Safety Data Sheet), in cui sono riportati tutti i rischi connessi ai prodotti e le raccomandazioni sulle prassi di lavoro in condizioni di sicurezza.
Ulteriori informazioni sugli effetti che l'acciaio inossidabile esercita sulla salute sono contenute nella pubblicazione intitolata: "Produzione, lavorazione e utilizzo dell'acciaio inossidabile: studio sugli effetti sulla salute" approntata per Eurofer da H.J. Cross, J. Beach, S. Sadhra, T. Sorahan, C. McRoy, Institute of Occupational Health, University of Birmingham, 1999.

7.2 Metodi di lavoro sicuri con utensili di finitura meccanici e abrasivi

La varietà di utensili di finitura e abrasivi utilizzati per la finitura meccanica dei manufatti, realizzati con acciai inossidabili, non sono più pericolosi rispetto a quelli impiegati per analoghe operazioni di finitura simili su altre tipologie di acciaio e metallo.
Le procedure relative alla valutazione dei rischi devono pertanto considerare gli effetti derivanti da:

- Contatto con abrasivi in movimento o rotazione
- Rottura o frammentazione degli abrasivi
- Rilascio di frammenti e polvere di rettifica
- Vibrazione
- Rumore
- Calore

La Federazione Europea dei Produttori di Abrasivi (FEPA) offre informazioni dettagliate sulla manipolazione in sicurezza delle apparecchiature di lucidatura.

7.3 Tutela ambientale nella lavorazione dell'acciaio inossidabile e smaltimento dei prodotti di scarto

L'acciaio inossidabile è riciclabile al 100%. Sebbene possa essere smaltito in discarica senza alcun pericolo, gli sfridi di acciaio sono una merce preziosa e, in virtù di questo, le aziende produttrici preferiscono riciclarli.
Gli scarti più grossi e i pezzi più piccoli (trucioli prodotti con la lavorazione al tornio e alla segatrice) vengono raccolti dai commercianti di ferraglia che li vendono ai produttori di acciaio per la rifusione. La polvere di rettifica contenente percentuali significative di polvere abrasiva viene invece smaltita solitamente in discarica. Questa modalità di smaltimento è regolamentata dalle normative UE su cui è opportuno informarsi.
La cosiddetta legislazione dell'UE sulla fine del ciclo di vita di imballaggi e rifiuti di imballaggi, veicoli e apparecchiature elettroniche ed elettriche fuori uso prevede dei limiti sul contenuto di piombo, cadmio, mercurio e cromo esavalente dei materiali. Anche se è improbabile che queste restrizioni possano in qualche modo interessare gli acciai inossidabili utilizzati nei manufatti, giacchè i livelli di queste sostanze non possono essere considerati quasi mai pericolosi negli acciai inossidabili prodotti ad uso commerciale, è comunque saggio verificarne l'entità.

Riferimenti:

[1] Surface Finishing of Stainless Steel products, Brugg: Suhner
[2] BURKART, Walter, Handbuch für das Schleifen und Polieren, Bad Saulgau: Eugen G. Leuze Verlag, ^{6}1991
[3] BOVENSIEPEN, Egon, Geländer und Treppen aus Edelstahl Rostfrei (Dokumentation 871), Düsseldorf: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, ^{1}1998
[4] CIBO Time Saving Abrasives, Tildonk: CIBO, ^{4}2003
[5] STEINHART, Hans-Joachim, „Damit Edelstahl rostfrei bleibt“, Mitteilungen 1/2004, Düsseldorf: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
[6] Code de sécurité pour les abrasifs agglomérés et les superabrasifs de précision, Paris: Fédération Européenne des Fabricants de Produits Abrasifs (FEPA), 2001

euro inox
The European Stainless Steel Development Association

ISBN 978-2-87997-238-1

Diamant Building • Bd. A. Reyers 80 • 1030 Brussels • Belgium • Phone +32 2 706 82-67 • Fax -69 • e-mail info@euro-inox.org • www.euro-inox.org