

TRATTAMENTI

Un processo ecocompatibile per la zincatura dei materiali ferrosi

OTTENERE BENEFICI AMBIENTALI E TECNICO-PRODUTTIVI. UN PRECISO OBIETTIVO CHE UN NOTO PRODUTTORE ITALIANO HA PERSEGUITO E RAGGIUNTO CON UN AMBIZIOSO PROGETTO; UNA SFIDA VINTA CON LA REALIZZAZIONE DI UN PARTICOLARE PROCESSO DI RICOPERTURA DEL FILO DI ACCIAIO ATTRAVERSO LA SPRUZZATURA A FREDDO DI POLVERI DI ZINCO ALTERNATIVO AL TRADIZIONALE PROCESSO DI ZINCATURA A CALDO

Punto di riferimento europeo nella produzione di reti e fili per la recinzione e l'industria, il Gruppo Cavatorta di Parma è da tempo conosciuto per il suo impegno volto alla tutela dell'ambiente. Attraverso una costante e continua attività di ricerca e sviluppo, l'azienda ha infatti introdotto importanti innovazioni per ridurre l'impatto ambientale dei processi e dei prodotti in un settore che più di altri incide sull'ecosistema. Ne abbiamo parlato anche su queste pagine qualche tempo fa, con un articolo dedicato al progetto MDPACT, ovvero la dimostrazione pratica di come un processo di trattamento di fili e chiodi in acciaio possa essere effettuato senza l'utilizzo di agenti chimici. Protagonista di questo nuovo articolo è invece un nuovo processo, sempre ecocompatibile, per la zincatura dei materiali ferrosi, e ideato sempre da Cavatorta. Si tratta più nel dettaglio di Ultra Crash Treatment, progetto realizzato presso l'unità produttiva di Metallurgica Abruzzese in Mosciano Sant'Angelo (TE), appartenente al gruppo parmense, e che ha ottenuto

un ambito riconoscimento dalla Commissione Europea con l'ammissione ai benefici del programma LIFE+.

Non più ricopertura galvanica o zincatura

Uno dei metodi più diffusi ed efficaci di protezione del filo metallico è la ricopertura galvanica o zincatura. Il filo deve essere sottoposto a sgrassaggio, decapaggio, flussaggio e pre-riscaldamento a 100°C, prima di essere immerso in una vasca di zinco fuso a oltre 450°C. «Tale sistema – sottolinea Sergio

D'angelo, responsabile del laboratorio di controllo e qualità e del reparto di ricerca e sviluppo di Metallurgica Abruzzese, azienda del gruppo Cavatorta dove il progetto è stato realizzato – *presenta tuttavia un forte impatto ambientale. Sono infatti molto elevati i consumi energetici, circa 300.000 kcal per ogni tonnellata lavorata, a cui si aggiungono circa 1000 litri d'acqua e l'uso di almeno 10 chilogrammi di acidi di decapaggio*». Allo stesso modo si possono poi osservare sia una produzione di rifiuti

Fig. 1 - Nel corso del progetto, Metallurgica Abruzzese ha realizzato una prima granigliatrice, opportunamente modificata, per operare su filo trafilato e con utilizzo di abrasivi metallici in forma di microsferi o di piccoli cilindretti



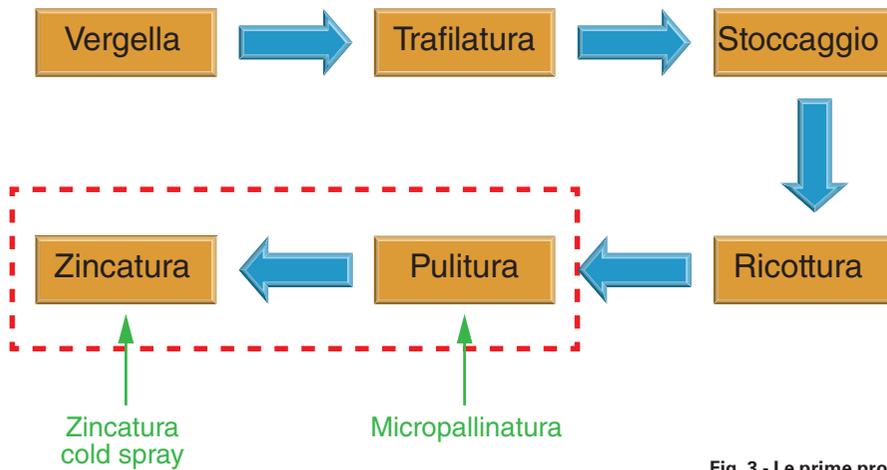
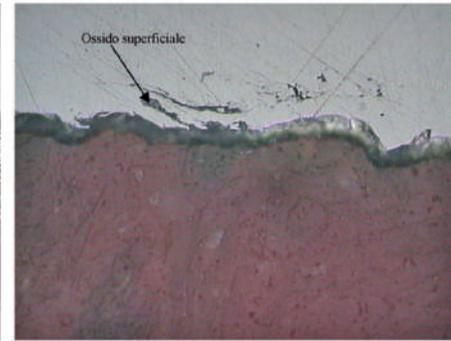
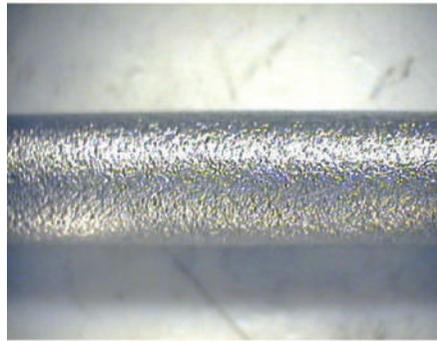


Fig. 2 - Il progetto Ultra Crash Treatment si pone l'obiettivo di affrontare un problema ambientale collegato al processo di produzione del filo trafileato zincato, intervenendo in due determinate fasi del ciclo produttivo, quella di pulitura del filo cotto e quella di zincatura vero e proprio, evidenziato nel diagramma di flusso produttivo qui riportato

Fig. 3 - Le prime prove effettuate con graniglia metallica hanno mostrato da un lato la rimozione degli ossidi formati sul filo cotto, dall'altro la formazione di danni superficiali tali da ridurre la resistenza del filo o da provocare ripercussioni negative sulla successiva fase di zincatura

(circa 10 kg/ton di polveri, schiume e scorie di zinco), sia emissioni in atmosfera (circa un migliaio di metri cubi per tonnellata di fumi dalle vasche di zinco fuso, contenenti ammoniaca, acido cloridrico, polveri). Obiettivo del progetto è stato dunque quello di sostituire la fase di zincatura a caldo con una tecnologia innovativa maggiormente rispettosa dell'ambiente, riducendo fortemente l'impatto del processo di protezione del filo metallico. Stiamo parlando di una fase di zincatura a freddo, unitamente al trattamento della superficie del semilavorato mediante micropallinatura ceramica al posto del decapaggio acido. «Le due tecnologie - precisa D'Angelo - sono già separatamente utilizzate, con differenti peculiarità, in altri comparti industriali, ma sino ad oggi non è ancora stato possibile applicarle al settore del filo metallico».

Questa è la sfida raccolta circa tre anni fa (con maggiore precisione, il progetto ha avuto regolare inizio nell'ottobre del 2010) ed è giunta al termine secondo quanto previsto dal piano di lavoro impostato in base agli obiettivi da raggiungere nei vari step di realizzazione del progetto, al fine di addivenire ai benefici globali previsti. Al fine di permettere una valutazione sulla fattibilità tecnica del progetto in tutti i suoi aspetti, è stata anticipata l'attività inerente la realizzazione



dell'impianto di zincatura a freddo, per avere risultati tangibili a disposizione al momento della valutazione degli obiettivi del progetto. I risultati ottenuti durante i primi mesi di svolgimento del progetto hanno confermato che la strategia scelta è la più giusta in termini temporali, economici e tecnici. Gli elementi di criticità indicati in sede di stesura progettuale e le relative contromisure individuate hanno trovato un positivo riscontro durante le fasi preliminari di studio dello sviluppo delle attività di progetto e hanno confermato l'ottima scelta del partenariato e delle responsabilità affidate a ciascun partecipante: il dott. Giovanni Cavatorta ha assunto il ruolo di project manager, coadiuvato nelle varie attività proprio dal dott. Sergio D'Angelo, nella veste di responsabile tecnico. Partner d'eccezione è stato poi il Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e delle Tecnologie Industriali

dell'Università degli Studi di Trento, diretto dal prof. Alberto Molinari.

Dal progetto al prototipo...

Il progetto si è articolato essenzialmente in tre macroattività: dapprima lo studio, la progettazione e la messa a punto del processo di trattamento del semilavorato mediante micropallinatura ceramica; è poi seguita la fase di studio, di progettazione e di messa a punto del processo di zincatura cold-spraying, per poi arrivare, quale ultimo step, al nuovo layout del processo ottenuto mediante assemblaggio delle due fasi precedenti. «Nello studio della micropallinatura ceramica del filo - prosegue lo stesso D'Angelo - si è proceduto con la progettazione del prototipo, la sua realizzazione, installazione, collaudo e validazione. Una fase in cui è risultata particolarmente importante la collaborazione dell'Università di Trento,

TRATTAMENTI

Fig. 4 - I test hanno evidenziato che aumentando la velocità di linea del filo diminuisce la copertura, indipendentemente dalla portata di polveri di zinco

Fig. 5 - Durante la fase sperimentale si è osservato anche che aumentando la velocità delle polveri la copertura aumenta, tanto più quanto si diminuisca la portata di polvere

Fig. 6 - Dai test è emerso che aumentando la velocità delle turbine la copertura aumenta, in particolare riducendo la velocità del filo

che ha avuto altresì il compito di testare il prototipo da laboratorio, analizzarne i risultati e contribuire alla progettazione del sistema di micropallinatura».

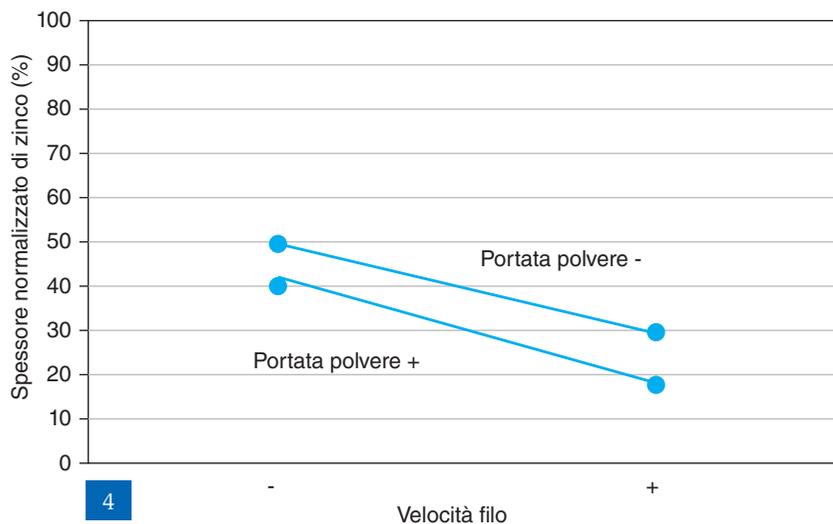
Metallurgica Abruzzese ha così avuto l'incarico di progettare, testare e mettere a punto il sistema di micropallinatura ceramica nella sua configurazione finale, preferito a quello di micro shot peening che, secondo le analisi comparative effettuate, avrebbe reso più difficoltosa la successiva fase di zincatura a freddo (**FIG_01**).

La seconda macroattività prevista ha invece riguardato lo studio, la progettazione e la messa a punto del processo di zincatura cold-spraying (ovvero mediante spruzzatura a freddo). In essa l'Università di Trento è stata responsabile dell'attività di ricerca riguardante i sistemi convenzionali cold-spray e della definizione dei parametri di trattamento, agevolando Metallurgica Abruzzese nell'analisi dei risultati dei test.

«Tale azione - commenta D'Angelo - è quella che, tecnicamente, presentava più incognite rispetto alle altre, non essendovi particolari esperienze in materia, nemmeno dal punto di vista scientifico, in particolare per un impiego su un tipo di prodotto quale il filo in trattamento continuo».

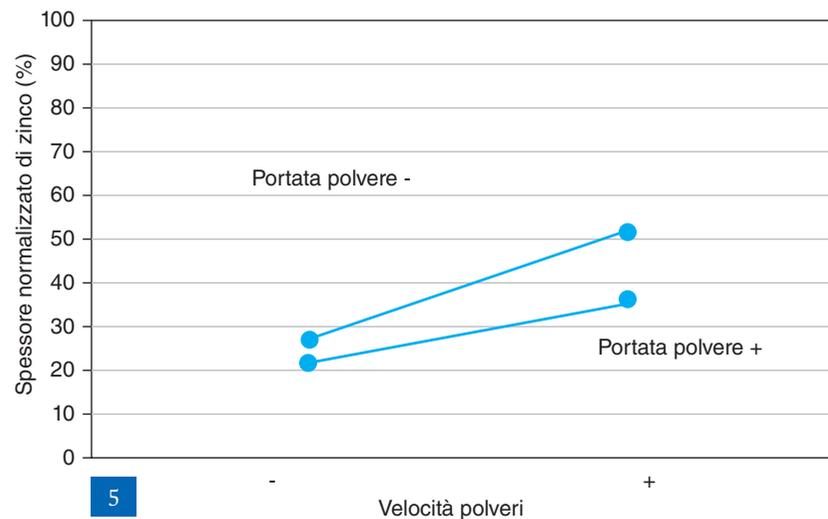
Le prime prove svolte su di un prototipo realizzato presso il fornitore I.M.F. Srl (Impianti Macchine Fonderia) - Carlo Banfi S.p.A (azienda specializzata nella progettazione e produzione di impianti "su misura" di granigliatura, di pallinatura e di finitura superficiale di prodotti metallici) avevano dato risultati incoraggianti ed erano serviti per individuare tutti i parametri necessari

Effetto combinato di velocità del filo e portata di polvere



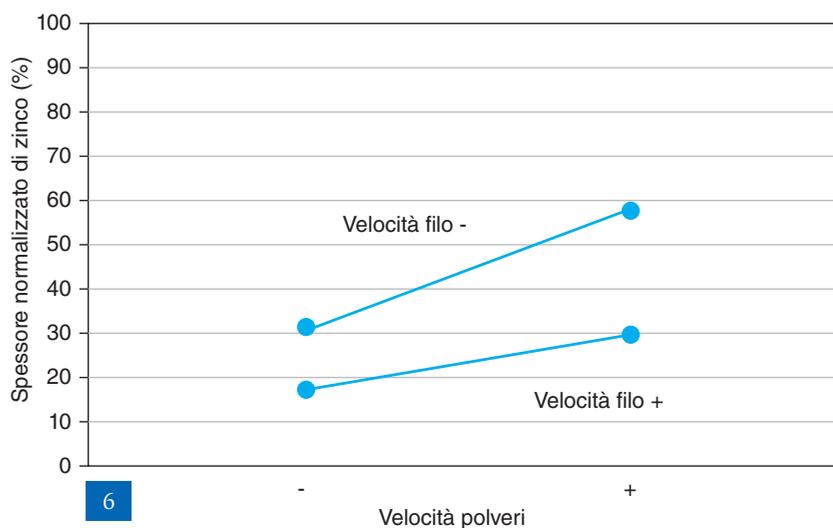
4

Effetto combinato di velocità e portata delle polveri



5

Effetto combinato di velocità delle polveri e velocità del filo



6

per la progettazione e la realizzazione dell'impianto da installarsi negli stabilimenti di Metallurgica Abruzzese. Più in particolare, il prototipo era stato progettato e realizzato per processare due fili, come nell'impianto di micro shot blasting, per permettere l'installazione in linea del nuovo impianto. L'impianto di zincatura per spruzzatura a freddo è quindi stato consegnato nel mese di giugno 2012, ma le prime prove effettuate non hanno dato i risultati sperati. Pertanto, in accordo con il produttore I.M.F., si è proceduto alla completa riprogettazione della macchina, per permettere il rispetto degli obiettivi di produttività previsti dal progetto.

... alla sperimentazione

«Dopo opportune e mirate modifiche – prosegue D'Angelo – l'impianto è stato consegnato e installato presso i nostri stabilimenti nel mese di gennaio 2013. Le prove effettuate mostrarono

risultati nettamente migliori, ma non ancora ottimali. Per assicurare il raggiungimento degli standard qualitativi

richiesti, si sono sostituite le turbine, aumentandone la potenza e la portata, nonché sostituita la parte elettronica di controllo e gestione dell'impianto».

Il nuovo sistema di zincatura mediante spruzzatura a freddo è stato così avviato e collaudato a fine aprile 2013. Con la linea pilota assemblata è stata condotta l'ultima fase di prove sperimentali. L'obiettivo di quest'ultimo stadio di lavoro sperimentale è stato quello di verificare la bontà delle scelte tecniche in termini di qualità del filo zincato ottenuto con il nuovo processo nei confronti dello stesso prodotto realizzato con il processo tradizionale per zincatura a caldo. Il riferimento è stato quindi il filo zincato tradizionale prodotto in continuo per immersione a caldo in bagno di zinco fuso.



Fig. 7 - Giovanni Cavatorta, responsabile del progetto e procuratore di Metallurgica Abruzzese, azienda del gruppo Cavatorta

Su tale campione di riferimento è stata misurata la quantità di zinco presente mediante analisi

EDXS (Energy Dispersive X-ray spectroscopy) e posta uguale a 100% (indice di riferimento pieno).

«L'obiettivo – aggiunge D'Angelo – fissato per lo spessore di zinco con il nuovo processo di spruzzatura di polveri di zinco è stato pari alla metà di quello del filo tradizionale, quindi pari al 50%. Tale approccio analitico si è rivelato più affidabile del controllo metallografico dello spessore, sia per il ridotto spessore, sia per la sua non completa omogeneità sulla superficie. Una volta verificata comunque la copertura della superficie del filo con lo strato di zinco, si è ritenuto di proseguire con le misure EDXS».

Gli esperimenti sono stati condotti variando alternativamente i parametri di processo quali: la velocità di linea del filo (quindi il tempo di trattamento); la

Innovazione costante e grande attenzione all'ambiente

La riduzione dell'impatto ambientale dei processi produttivi è sempre stato tra gli obiettivi strategici del Gruppo Cavatorta. Sforzi tesi alla tutela dell'ambiente e della salute, e che hanno trovato un partner d'eccezione nella Commissione Europea che, attraverso lo strumento finanziario LIFE, ha supportato e sostenuto l'impegno profuso per uno sviluppo sostenibile. Tre i progetti ad oggi conclusi: "ESD – Eco Sustainable Drawing", "MDPATC" e "Ultra Crash Treatment", quest'ultimo presentato proprio in queste pagine. Il primo progetto, realizzato sempre da Metallurgica Abruzzese, ha permesso di dimostrare la fattibilità di un nuovo sistema eco-sostenibile per il trattamento delle vergelle e dei loro derivati, che consente di abbattere l'impatto ambientale delle fasi di trafilatura, pulizia e cottura che precedono la fase di zincatura. Più in dettaglio, il ciclo di lavorazione è stato

trasformato attraverso l'introduzione delle seguenti innovazioni:

- trattamento meccanico di descagliatura a secco a impatto ambientale nullo; sistema di trafilatura a diamante policristallino, lubrificato mediante saponi recuperabili;
- trattamento termico in atmosfera controllata a basso consumo energetico, in grado di eliminare la fase di decapaggio in acido. Il progetto denominato "MDPATC", iniziato nell'autunno 2010 presso gli stabilimenti di Trafilera e Zincheria Cavatorta, ha invece previsto la rivisitazione di buona parte del ciclo produttivo: una fase di descagliatura a secco della vergella, con l'utilizzo di scarti di lavorazione e il riciclaggio dei rifiuti ottenuti; una fase di pulizia e attivazione del filo post-cottura mediante trattamento al plasma indotto da microonde; una fase di zincatura in bagno terziario Zn-Al-Mg, in grado di operare a temperature più basse e con un incremento della qualità del prodotto finito.

Fig. 8 - Vista impianto di micropallinatura



Fig. 9 - Impianto di zincatura a freddo



velocità delle polveri di zinco; la portata di polveri proiettate nell'unità di tempo con un approccio "full factorial DOE". In tal modo si è voluto individuare le migliori condizioni di processo e quale parametro fosse il più influente al fine dell'ottenimento dello spessore di zinco desiderato. Il filo zincato ottenuto ha una copertura soddisfacente. La morfologia della superficie è diversa da quella del filo zincato tradizionale, perché risente della deformazione delle particelle di polvere di zinco quando colpiscono la superficie del filo. Questo determina uno spessore non omogeneo, e la presenza, in alcuni casi, di microporosità che tuttavia non inficiano la protezione del filo. Benefici attesi e conclusioni
«I test – sottolinea d'Angelo – hanno evidenziato che aumentando la velocità di linea del filo diminuisce la copertura, indipendentemente dalla portata di polveri di zinco. Si è poi osservato inoltre

che aumentando la velocità delle polveri la copertura aumenta, tanto più quanto si diminuisca la portata di polvere. Da ultimo si è visto che aumentando la velocità delle turbine la copertura aumenta, in particolare riducendo la velocità del filo. Questi risultati hanno permesso di dare un peso nel processo ai parametri considerati e in particolare nel seguente ordine di importanza: la velocità di linea del filo, quindi il tempo di trattamento; la velocità delle polveri di zinco; la portata di polveri». Quindi si sono ottenute delle relazioni empiriche, coerenti con la fisica del processo, che descrivono l'effetto dei parametri di processo sulla copertura di zinco: effetto della velocità del filo sulla copertura (la copertura, espressa in %Zn, è proporzionale al rapporto fra la portata di polvere e la velocità del filo); la copertura è proporzionale alla portata di polvere; la copertura è esponenzialmente proporzionale

all'inverso della velocità del filo. Importanti e di assoluto rilievo dunque i benefici attesi, sia di carattere ambientale, sia di carattere tecnico-produttivo, e quindi economico. «Con il nuovo processo – commenta e conclude D'Angelo – è possibile ottenere non solo una sensibile diminuzione dei consumi energetici, sia nella fase di pulizia del filo, sia in quella di zincatura, ma anche l'eliminazione dei rifiuti, ovvero schiumature e matte di zinco, e delle emissioni di fumi in atmosfera, derivanti dalla fase di zincatura a caldo. Da aggiungere anche la possibilità di modulare lo spessore di zinco fino anche al raggiungimento di valori 1-2 micrometri, che non sempre è possibile con la zincatura a caldo, permettendo, laddove la qualità del prodotto finito lo consente, una sensibile diminuzione del consumo dello stesso metallo».

© RIPRODUZIONE RISERVATA