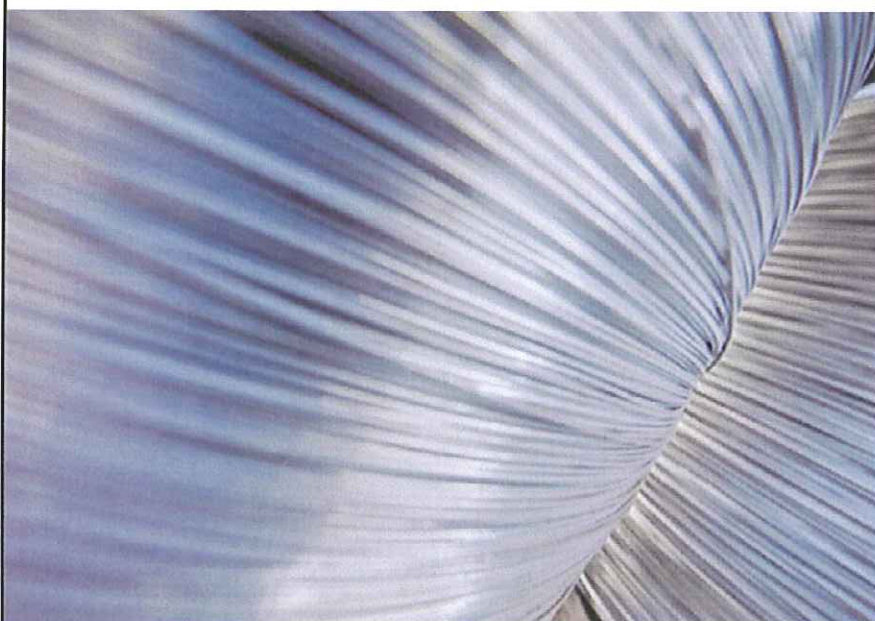


## TRATTAMENTI

# Microonde al plasma per il trattamento del filo



LA RIDUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEI PROCESSI PRODUTTIVI ASSUME UN'IMPORTANZA SEMPRE MAGGIORE NELL'INDUSTRIA. COME NEL CASO DI UN NOTO PRODUTTORE ITALIANO CHE HA DECISO DI IMPEGNARSI IN UN'INTERESSANTE SFIDA: DIMOSTRARE CHE IL PROCESSO DI TRATTAMENTO DI FILI E CHIODI IN ACCIAIO PUÒ ESSERE EFFETTUATO SENZA L'UTILIZZO DI AGENTI CHIMICI.

**C**on oltre 50 anni di attività alle spalle, il Gruppo Cavatorta vanta una tradizione nella realizzazione di reti e fili per recinzioni e industria. Una storia tutta italiana iniziata nel 1961, con la costruzione del primo stabilimento a Calestano in provincia di Parma, e che oggi significa diverse unità produttive anche in Francia e Romania, filiali commerciali in Gran Bretagna, Portogallo e Stati Uniti e distributori in mezzo mondo. La raggiunta dimensione internazionale non ha però impedito al Gruppo di preservare la propria italianità. In un mercato sempre più globalizzato che ha aperto nuove prospettive, ma che, d'altro

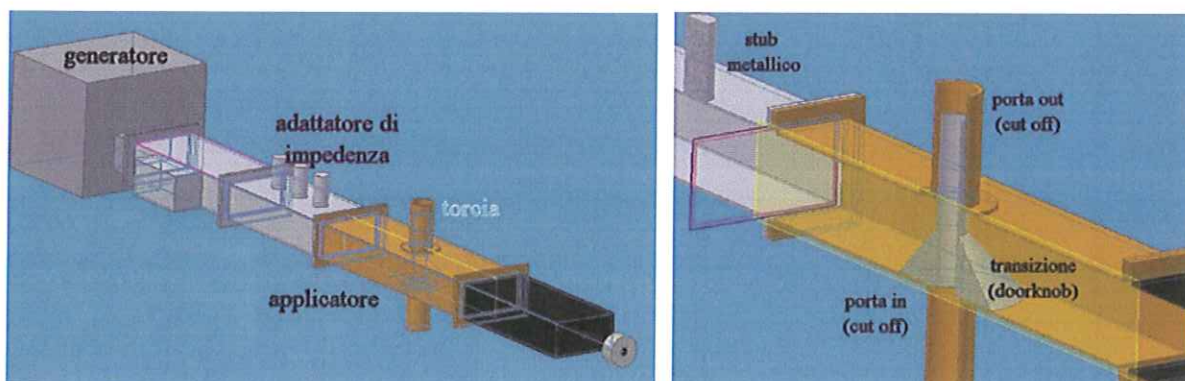
canto, ha indotto effetti dirompenti sull'economia italiana ed europea e sul livello qualitativo delle produzioni nel settore dei derivati della vergella. Cavatorta, pur avendo istituito filiali logistiche, commerciali e produttive all'estero, ha conservato in Italia management, maestranze e, soprattutto, gli stabilimenti produttivi esistenti. La volontà di mantenere saldo il legame con il «made in Italy» è il segno più tangibile di quanto oggi, proprio come cinquant'anni fa, il Gruppo consideri prioritario salvaguardare la qualità dei propri prodotti. In questo contesto, da ormai quindici anni, l'azienda dispone di un reparto di Ricerca e Sviluppo, alla costante ricerca di miglioramenti attraverso piccole e

grandi innovazioni, con lo sguardo ben proteso verso la ricerca di processi sostenibili e rispettosi dell'ambiente. A questo proposito un interessante progetto in corso da segnalare è quello denominato MDPATC, sviluppato nella sede produttiva di Calestano (PR) e riguarda le fasi di trafilatura della vergella e di preparazione alla zincatura del filo trafilato.

## Trattamenti fisici sostituiscono quelli chimici

Solitamente la trafilatura richiede l'impiego di svariati trattamenti chimici, spesso attraverso l'uso di acidi, per operazioni quali descagliatura, decapaggio e passivazione. La conseguenza è un fortissimo impatto





Successive iterazioni della simulazione numerica hanno portato alla definizione di massima della geometria dell'applicatore a microonde.

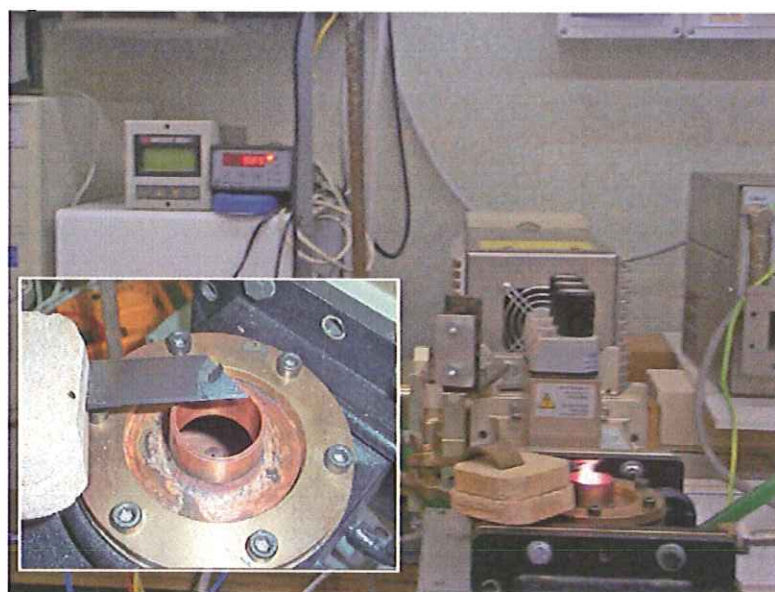
ambientale, comportante elevati consumi di acqua ed energia, uso di sostanze chimiche pericolose, che generano rifiuti da smaltire ed emissioni in atmosfera, e infine la produzione di scarti di lavorazione non riciclabili. Cavatorta ha dunque deciso di impegnarsi in una considerevole sfida: dimostrare la possibilità di effettuare trattamenti fisici in sostituzione di quelli chimici, migliorando il bilancio ambientale del processo produttivo di prodotti derivati da filo metallico e convertendo i rifiuti in prodotti riutilizzabili nel processo o in altre lavorazioni. Il progetto è stato sottoposto alla valutazione della Commissione Europea, la quale lo ha ritenuto meritevole di sostegno per i risultati e per le innovazioni che propone, ed è stato pertanto deciso di cofinanziarne l'investimento grazie al programma Life+.

### Nuovi processi per la pulizia della superficie

In particolare il progetto prevede l'utilizzo di un trattamento a secco per la pulizia della superficie da lavorare, funzionante meccanicamente tramite un processo di rimozione degli strati ossidati mediante l'azione meccanica di elementi prismatici abrasivi derivanti da scarti e rifiuti metallici opportunamente lavorati e macinati fino a ottenere la morfologia e dimensione desiderata. Ciò permette di non utilizzare i convenzionali bagni contenenti acido solforico e acido cloridrico per la pulizia della superficie. Successivamente, ultimata la fase di trafilatura, un ulteriore trattamento superficiale mediante plasma indotto

da microonde, vera innovazione, in sostituzione dei pre-trattamenti tradizionali che utilizzano sali doppi a base di cloruro di zinco e d'ammonio. Per la messa a punto di questa tecnologia, Cavatorta si è avvalsa della collaborazione del prof. P. Veronesi e della sua equipe del Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, autorità riconosciuta a livello internazionale nel campo delle applicazioni delle microonde. L'utilizzo di plasma per la rimozione di contaminanti superficiali da manufatti in alluminio è già stata applicata nel passato, mostrando i vantaggi che questa tecnologia, sebbene utilizzata a differenti frequenze, può offrire in termini di modifica

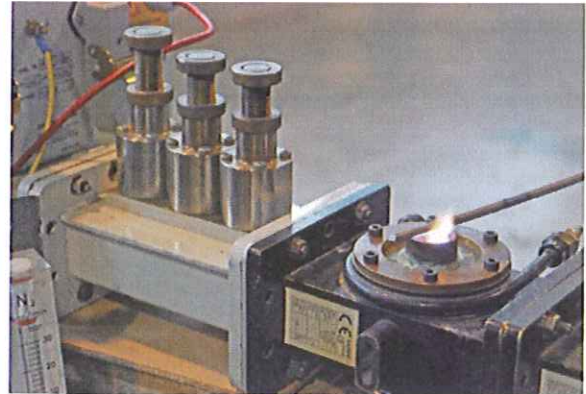
chimico-fisica della superficie. I risultati pubblicati dallo stesso prof. Veronesi in occasione della XIII Conferenza Internazionale Ampere 2011 dal titolo «Microwave and RF power Applications», tenutasi a Tolosa, testimoniano i risultati già raggiunti e le sfide ancora aperte per lo sviluppo di questa tecnologia produttiva: *«Il plasma indotto dalle microonde possiede alcuni vantaggi importanti, come l'elevata efficienza nel generare specie chimicamente attive, la densità elettronica relativamente alta, l'ottenimento di processi veloci e quasi esenti da contaminazioni (assenza di elettrodi) e con capacità di operare in una vasta gamma di pressioni.[...]. Scopo di questo lavoro è presentare il progetto di una torcia al plasma indotto*



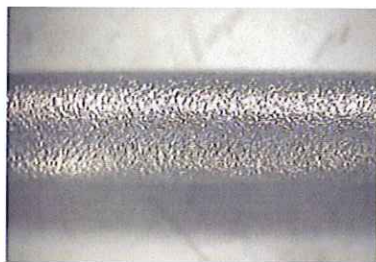
La figura seguente mostra il campione durante la lavorazione e, nel riquadro, una vista da vicino del campione dopo 5 secondi di esposizione del plasma.



TRATTAMENTI



I test sono stati ripetuti sostituendo l'Argon con Azoto, e mostrano il setup sperimentale durante una sessione di studio con plasma di Azoto, e la fase su campioni di filo di acciaio.



Dettaglio vergella descagliata con il nuovo sistema di processo oggetto della ricerca svolta dal Gruppo Cavatorta.

da microonde alla frequenza ISM di 2.45 GHz, operante a pressione atmosferica e i risultati preliminari ottenuti nella lavorazione a freddo del filo di acciaio trafilato. L'esposizione dei derivati della vergella al plasma di Argon e azoto, oltre ad assicurare la pulizia del filo, è in grado anche, se necessario, di effettuare contemporaneamente trattamenti termici, grazie alle alte temperature ed elevato coefficiente di scambio termico dalla torcia al plasma al filo, e attivare la superficie, in un unico passo».

L'obiettivo è dunque far sì che, con quest'unica operazione, si eliminino le tensioni del metallo dovute alla trafilatura, si eliminino ossidi e residui dalla superficie del filo e si prepari affinché la zincatura aderisca meglio.

**Dalla simulazione al prototipo**

«La simulazione numerica della torcia al plasma – ha commentato lo stesso prof. Veronesi – ha permesso di ottimizzare

i parametri di funzionamento, e in particolare di massimizzarne l'efficienza energetica e individuare gli intervalli operativi di pressione e tipologia di gas utilizzabili. Il software Concerto 3.5 è stato utilizzato per eseguire la simulazione numerica della torcia al plasma, il cui design è basato su una guida d'onda WR340 con due porte in condizioni di cut-off per il transito dei gas prima e dopo la ionizzazione»

Successive iterazioni hanno così portato alla definizione della geometria dell'applicatore a microonde. Ulteriori test sono stati condotti utilizzando la torcia prototipo e trattando lame in metallo artificialmente contaminate con olio lubrificante. La selezione di campioni così grandi, invece dei derivati della vergella, ha permesso di misurare la temperatura superficiale con l'impiego di pirometri ottici, e quindi verificare la possibilità di effettuare contemporaneamente sia la pulizia, sia i trattamenti termici.

«La temperatura misurata durante il processo – ha precisato lo stesso prof. Veronesi – ha raggiunto i 905 ° C e la torcia al plasma ha rimosso in modo efficiente la contaminazione superficiale. Tuttavia, a causa dell'atmosfera di lavoro non sufficientemente protettiva, si è verificata l'ossidazione della superficie non direttamente esposta al plasma di Argon. Successivi test sono stati condotti su filo di acciaio di diametro 2 mm, dopo circa 15 giorni dopo l'ultima fase

di ricottura negli impianti di Trafileria Zincheria Cavatorta a Calestano e lo stoccaggio al coperto. Il filo è stato fatto passare continuamente attraverso la zona di generazione del plasma alla velocità di circa 1 metro al minuto, senza controllo della temperatura. I test sono stati inoltre ripetuti sostituendo l'Argon con Azoto».

Gli incoraggianti risultati hanno così confermato la possibilità di effettuare la pulizia della superficie con il plasma, anche se alcune regioni contaminate sono rimaste in punti localizzati del filo dovuti all'instabilità del plasma a causa dello spostamento dell'aria.

I test preliminari hanno dunque indicato la necessità di operare in condizioni di atmosfera controllata in ambiente chiuso, soluzione che renderà il processo finale leggermente più complesso ma permetterà di evitare contaminazioni indesiderate e mancanza di riproducibilità dei risultati.

«È stata comunque realizzata una serie di campioni – ha aggiunto lo stesso prof. Veronesi – trattati al plasma e sottoposti a zincatura per immersione a caldo, utilizzando una lega Zn-Al. L'adesione dello zinco è stata misurata con scratch test con carico incrementale (incremento lineare), evidenziando un'adesione significativamente più alta rispetto ai fili non trattati, che hanno mostrato infatti un minore carico critico, ovvero il carico in corrispondenza del quale si osserva un danneggiamento esteso del rivestimento».



Cavatorta dispone da circa quindici anni di un reparto di R&S dove è costante la ricerca di miglioramenti attraverso piccole e grandi innovazioni, con lo sguardo ben proteso verso la ricerca di processi sostenibili e rispettosi dell'ambiente.

### Il punto sullo stato dell'arte

La difficile riproducibilità del trattamento al plasma è evidente anche dall'alta dispersione dei valori di carico critico rispetto ai campioni non trattati ma, benché vi siano alcuni ostacoli, i dati sperimentali di questa prima fase sono risultati più che incoraggianti. Queste le conclusioni del prof Veronesi: «I risultati della simulazione numerica hanno evidenziato la necessità di tener conto delle elevate variazioni delle proprietà del carico (di permittività equivalente del plasma), influenzate dalla regolazione di variabili come la potenza emessa dal generatore di microonde, tipo di gas e sua portata. Sono stati installati sistemi di adattamento di impedenza fissa, più economici ma meno performanti di sistemi di adattamento variabili, e test sperimentali hanno dimostrato la possibilità di ottenere una riflessione di potenza sufficientemente bassa (meno del 15%) per tutte le condizioni operative. Qualora invece si utilizzi l'adattatore di impedenza per minimizzare le riflessioni in una specifica condizione di carico, è risultato possibile azzerare praticamente la potenza riflessa, ma ciò ha aumentato notevolmente la sensibilità alle variazioni di carico». Usando una torcia al plasma di Argon, è stato così possibile pulire le superfici contaminate di fili d'acciaio, scaldando allo stesso tempo il materiale oltre i 900 °C. Le parti di filo originariamente fortemente ossidate sono risultate solo parzialmente trattate, suggerendo dunque la necessità di un pretrattamento meccanico per descagliare il filo. «Tuttavia – ha concluso il prof. Veronesi



– in un normale processo produttivo, il filo in uscita dall'ultima ricottura in atmosfera controllata risulta di solito solo leggermente ossidato, pertanto tali trattamenti preliminari potrebbero essere evitati. Nonostante questi problemi, prove preliminari di zincatura per immersione a caldo evidenziano un forte incremento di adesione dello zinco al substrato di acciaio in caso di trattamento al plasma rispetto a superfici non trattate». Ulteriori indagini sono in corso, riguardanti non solo le modifiche microstrutturali dell'acciaio trattato al plasma, ma anche gli effetti della pulizia al plasma subito dopo l'ultimo passaggio di ricottura in linea di trafilatura e, ancora, la progettazione dell'impianto in modo che possa garantire velocità di trattamento sempre più alte e in linea con la produzione attuale.

### Conclusioni e aspettative di processo

Quando l'impianto realizzato secondo queste tecnologie sarà a regime, l'elevato impatto ambientale della lavorazione della vergella sarà dunque drasticamente ridotto con i seguenti importanti benefici previsti: valorizzazione

di 2.000 t di rifiuti metallici da utilizzare nel processo meccanico di descagliatura, convertendole in particelle di pallinatura e pigmenti a base di ossido di ferro; riduzione del consumo di energia elettrica nella descagliatura e nel rivestimento a caldo per immersione di 480.000 kWh all'anno (120 kWh per tonnellata) e risparmio di acqua di 25.000 m<sup>3</sup> all'anno. Se riferito al quantitativo di vergella complessivamente utilizzato in Italia si avrebbe inoltre una riduzione della produzione di fanghi di 2.500 t/anno e un risparmio di 6.000 t/anno di acido cloridrico e solforico rispetto ai processi che utilizzano ancora bagni acidi per il decapaggio; riduzione delle emissioni di vapori nocivi derivanti dai bagni caldi di trattamento; possibile riduzione della produzione di ceneri e scorie grazie a una migliore protezione dall'ossidazione del bagno di zincatura. Un processo, dunque, che porterà benefici di processo e di prodotto a tutta la gamma, con miglioramenti meccanici di adesione della zincatura che potranno migliorare ulteriormente la qualità e l'efficienza.

© RIPRODUZIONE RISERVATA