
**STUDIO DI SETTORE
PER ZINCATURE INDUSTRIALI
RELATIVO ALLA SOSTITUZIONE
DEL CROMO CON LO ZEC 888**

A CURA DI CONFINDUSTRIA BERGAMO

INDICE

INTRODUZIONE	. 3
NOTA METODOLOGICA	. 4
PARTE I - LO ZEC 888: UN'ALTERNATIVA AL CROMO NEL TRATTAMENTO DI MANUFATTI ZINCATI	. 8
PARTE II - LO STUDIO DI SETTORE: I PROCESSI DI ZINCATURA	
Impianti e processi aziendali	. 13
Verifica di applicabilità dello ZEC 888	. 13
Le prospettive di mercato	. 14
PARTE III - LO STUDIO DI SETTORE: I COMPONENTI SOGGETTI A ZINCATURA	
Impianti e processi aziendali	. 15
Verifica di applicabilità dello ZEC 888	. 15
Le prospettive di mercato	. 16
CONCLUSIONI	. 17

INTRODUZIONE

Il presente Studio di settore è stato realizzato nell'ambito del progetto finanziato dalla Regione Lombardia con il Bando per la presentazione di proposte finalizzate alla realizzazione di programmi di sviluppo della competitività L.R. 1/2007 progetto n.3 "Progetto per la sperimentazione in laboratorio e sperimentazione in ciclo produttivo di un sistema per la passivazione nella zincatura elettrolitica completamente senza cromo, attraverso l'applicazione di rivestimento chimico a base di silicio".

Alla sua stesura, come previsto dai task esecutivi del Bando, ha provveduto l'Area Innovazione Tecnologica di Confindustria Bergamo nella persona dell'ing. Cesare Anastasi.

Scopo del presente lavoro è la rielaborazione e sintesi dei risultati di un'indagine di settore sulle aziende che producono manufatti soggetti a zincatura e sulle aziende che materialmente effettuano il trattamento di superficie.

Per quanto riguarda la scelta del campione di aziende e le checklist utilizzate, si rinvia alla Nota Metodologica. Qui preme sottolineare che l'obiettivo ultimo dell'indagine, coerentemente con il piano di attività del progetto, era raggiungere alcune valutazioni prospettiche in ordine all'applicabilità della tecnologia dello ZEC 888, tuttora allo stato sperimentale su alcuni sviluppi.

L'indagine è suddivisa sostanzialmente in due parti: la prima riguarda gli stabilimenti che eseguono trattamenti galvanici; la seconda interessa gli end users, cioè i produttori di minuteria metallica (dadi, tubi, raccordi, bulloni, molle, valvole, etc.) ovvero di componenti soggetti a zincatura.

Per tutti è stato seguito il medesimo approccio, basato:

- sulla visita ai reparti produttivi
- la consegna del manuale d'uso e manutenzione "Conduzione impianto per linea di zincatura Cromo Free" ai responsabili di produzione affinché potessero valutare l'impatto della tecnologia sulla linea di zincatura
- ed infine la compilazione di una checklist relativa al processo aziendale, mirata ad individuare le tipologie di produzione, le normative di riferimento, la conoscenza dei diversi trattamenti di superficie e delle tecnologie basate sui silani, fino ad arrivare alle prospettive aperte dalla nuova tecnologia rispetto a quelle adottate oggi.

Tutte le aziende visitate sono state individuate all'interno del database delle imprese associate a Confindustria Bergamo, che è partner del progetto e responsabile delle attività programmate per quanto riguarda lo studio dell'applicabilità industriale dello ZEC 888, a complemento delle diverse iniziative di divulgazione già realizzate e ancora da realizzare.

NOTA METODOLOGICA

L'indagine si è svolta tra Aprile e Luglio del 2010 su un campione di 14 aziende estratto dal database delle imprese associate a Confindustria Bergamo, rappresentative del settore galvanico e del settore dei produttori di componenti che necessitano dei trattamenti di superficie.

La stesura della checklist, le visite agli impianti produttivi e la compilazione dei report sono attività svolte interamente dall'Area Innovazione Tecnologica di Confindustria Bergamo, nelle persone dell'ing. Cesare Anastasi e dell'ing. Marco Vanzi.

Le aziende per le quali è stato compilato un report (conservato, per riservatezza, presso gli uffici di Confindustria Bergamo) sono:

- C2F Trattamenti Galvanici Srl – Fornovo S.Giovanni
- Colombo Special Fasteners Srl – Cisano Bergamasco
- Galvanica Aricci Srl – Palosco
- Inox Viti Di Cattinori Bruno & C. Snc – Grumello Del Monte
- Maggi Srl – Calolziocorte
- Mollificio Lombardo Spa – Carvico
- Moog Italiana Srl – Almenno San Bartolomeo
- Olfez Spa – Seriate
- Ryco Hydraulics Srl – Madone
- Sacchi Carlo Srl – Canonica d'Adda
- Spiralo Italiana Srl – Ciserano
- Supermeccanica Srl – Lurano
- Valvorobica Industriale Spa – Zanica
- Vibro Plating Srl – Verdellino

La **CHECKLIST UTILIZZATA PER LE VISITE AGLI STABILIMENTI GALVANICI** è:

Nome Azienda _____

Persona di riferimento _____

Linea di produzione _____

Tipo di linea

A immersione su carro *A rotobarile* *Altro*

Processo/Prodotto

Nr. linee di produzione

1 2 3

Stadi totali

9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Sgrassaggio Tradizionale

Alcalino *Acido*

Sgrassaggio nr. Stadi

1 2 3

Temperatura

Ambiente 30°C 40°C 50°C 60°C

Risciacqui nr.

1 2 3

Tipo di acqua

Rete Demi Osmotizzata

Sgrassaggio anodico

Si No

Sgrassaggio anodico nr. Stadi

1 2 3

Temperatura

Ambiente 30°C 40°C 50°C 60°C

Risciacqui nr.

1 2 3

Sgrassaggio catodico

Si No

Sgrassaggio catodico nr. Stadi

1 2 3

Temperatura

Ambiente 30°C 40°C 50°C 60°C

Risciacqui nr.

1 2 3

Decapaggio

Si No

Temperatura

Ambiente 20°C 30°C 40°C

Risciacqui nr.

1 2 3

Acido utilizzato

H_2SO_4 HCl HF

Zincatura

Si No

Temperatura

Ambiente 20°C 30°C 40°C

Risciacqui nr.

1 2 3

Riattivazione nitrica

Si No

Temperatura

Ambiente 20°C 30°C 40°C

Risciacqui nr.

1 2 3

Passivazione

Si *No*

Temperatura

Ambiente 20°C 30°C 40°C

Risciacqui nr.

1 2 3

Trattamento utilizzato

Cromatazione VI *Cromatazione III* *Altro*

Asciugatura

Forno *Centrifugazione*

Sigillatura

Si *No*

Temperatura bagno

Ambiente 20°C 30°C 40°C

Temperatura esterna

15 20°C 30°C

Umidità esterna

55% 60% 70% 80% *Oltre 80%*

Costo prodotto €/Kg

4 5 6 7 8 9

Caratteristiche prodotto

Infiammabile *Tossico* *Irritante* *Pericoloso per l'ambiente* *Altro*

Depurazione**Presenza impianto di depurazione**

Si *No*

Trattamento Concentrati alcalini

Si tutti *Si in parte* *No*

Trattamento Risciacqui alcalini

Si *No*

Trattamento Concentrati acidi

Si tutti *Si in parte* *No*

Trattamento Risciacqui alcalini

Si *No*

ZEC 888**Conoscenza prodotti a base di silani**

Si *No*

Conoscenza prodotto ZEC 888

Si *No*

Possibilità di un uso in produzione

Si *Si modificando l'imp.* *Si modificando climat.* *No*

Interesse ad utilizzo

Si *No*

Fornisce auto motive

Si *No*

La **CHECKLIST UTILIZZATA PER LE VISITE AI PRODUTTORI DI COMPONENTI CHE NECESSITANO DEI TRATTAMENTI DI SUPERFICIE** è:

Nome Azienda _____

Persona di riferimento _____

Linea di produzione _____

Prodotto

Tipo di prodotto

Dadi/bulloni Molle Valvole Raccordi Tubazioni Altro

Campo di fornitura

Industria generica Automotive Edilizia

Esigenze di resistenza alla corrosione

Sì No

Norma di riferimento

UNI + ISO/CE ASTM Di settore Interna Altro

Test richiesti

Cass test Immersione Nebbia salina Filiform corrosion Altro

Trattamenti di protezione adottati

Zincatura Passivazioni semplici Nessuna Altro

Utilizzo di prodotti a base cromo

Sì No

Trattamento dei particolari

Interno Esterno

Se esterno previste visite di controllo al fornitore

Sì No

Previsti test su batch del fornitore

Sì No

Quale frequenza di test

A lotto A cadenza temporale def. Random Altro

Conoscenza dei rischi legati al cromo

Sì No

Interesse allo sviluppo di produzioni ecocompatibili

Sì No

ZEC 888

Conoscenza prodotti a base di silani

Sì No

Conoscenza prodotto ZEC 888

Sì No

Possibilità di un uso sul prodotto

Sì Sì, modificando la lega Sì, modificando il trat. No

Interesse ad utilizzo

Sì No

Fornisce auto motive

Sì No

PARTE I - LO ZEC 888: UN'ALTERNATIVA AL CROMO NEL TRATTAMENTO DI MANUFATTI ZINCATI*

Due aziende lombarde con la collaborazione del Politecnico di Milano e di Confindustria Bergamo utilizzando i finanziamenti messi a disposizione dalla Regione Lombardia, hanno dato vita ad un programma di ricerca sui composti nano strutturati con l'intento di sostituire i trattamenti superficiali a base di cromo esa e trivalente, ben noti per la loro tossicità, puntando ad ottenere risultati di resistenza alla corrosione superiori a quelli forniti da questa tipologia di prodotti.

Nel consorzio la ditta Glomax di Bellusco si è occupata della ricerca relativa al prodotto mettendo a disposizione i tecnici, la strumentazione di un laboratorio di avanguardia ed il proprio rivoluzionario impianto pilota, che si avvale di una tecnologia di trattamento brevettata, in grado di trattare piccoli lotti, la ditta Industria Elettrochimica Bergamasca di Medolago ha messo a disposizione il proprio impianto di produzione industriale, i propri tecnici, il politecnico di Milano ha supportato la Glomax con l'ausilio dei propri ricercatori coordinati dall'ing. Luca Magagnin e delle apparecchiature del laboratorio di ingegneria delle superfici e nanostrutture, mentre Confindustria Bergamo ha effettuato la diffusione sul territorio dei risultati nati da questo programma di ricerca. Fino ad oggi la resistenza alla corrosione dei prodotti zincati è stata ottenuta mediante Cromatazione e passivazione trivalente. Il pezzo viene trattato senza l'utilizzo di energia elettrica esterna mediante l'immersione in un bagno contenete prodotti a base di acido cromico H_2CrO_4 derivante da CrO_3 (anidride cromica da cromo esavalente) e di altri acidi. La resistenza alla corrosione al supporto è data da una reazione chimica di riduzione dei cromati che coinvolge la superficie del pezzo, come visibile in *Fig. 1*.

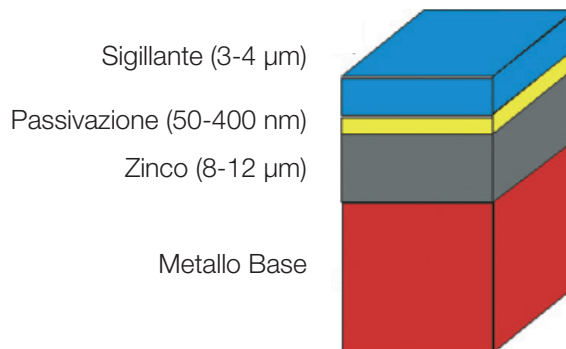


Fig.1 - Disposizione cromatazione/passivazione trivalente tradizionale

Questo procedimento crea un rivestimento trasparente, lucido, giallo, verde oliva, blu, nero e di altri colori superficiali. Gli strati così ottenuti agiscono come protezione contro la corrosione e l'opacizzazione e da promotori di adesione al successivo processo di verniciatura. Solitamente la cromatazione e la passivazione trivalente si differenziano anche visivamente dal colore che conferiscono al pezzo trattato, ad esempio giallo e verde per la cromatazione, blu e iridescente per la passivazione trivalente.

In termini tipicamente tecnici la colorazione gialla/verde è conferita al supporto dall'utilizzo di ioni esavalenti Cr^{6+} ed chiamata cromatazione mentre la colorazione blu comporta l'utilizzo di ioni trivalenti Cr^{3+} ed è identificata come passivazione trivalente.

In considerazione del fatto che in commercio ad oggi sono stati immessi prodotti che hanno strati di conversione sia trivalenti che esavalenti non è più sempre possibile trarre indicazioni dal colore del supporto sulla tipologia di trattamento effettuato ma solamente del fatto che questo è avvenuto.

Le caratteristiche dei due rivestimenti differiscono in modo sostanziale; infatti la cromatazione a base di CROMO ESAVALENTE è caratterizzata da ottime capacità auto cicatrizzanti cioè di richiusura del film dopo eventuali danneggiamenti; risente poco degli inquinamenti dati dalla dissoluzione del ferro e dello zinco presente sui particolari trattati galvanicamente che devono essere passivati; lo spessore del film è nell'ordine di pochi nanometri (da 30 a 400 nm) ed ha una vita del bagno elevata. Tuttavia è caratterizzata dalla presenza di cromo esavalente sul pezzo che è estremamente pericoloso per la salute degli esseri viventi (classificato cancerogeno). Mentre la passivazione trivalente non ha capacità auto cicatrizzanti risente molto degli inquinamenti da ferro e zinco che si disciolgono nella passivazione durante il processo produttivo, ha spessori del film più elevato (300-400 nanometri) ed una vita del bagno molto più bassa, derivante dal fatto che gli inquinanti eventualmente disciolti inibiscono notevolmente il potere anticorrosivo delle passivazione trivalente; tuttavia non presenta la presenza di cromo esavalente sulla superficie ma di cromo trivalente non tossico.

Al fine di incrementare le caratteristiche tecniche di resistenza alla corrosione dei supporti trattati mediante cromatazione o passivazione trivalente è in uso anche l'applicazione di prodotti organici sigillanti come top coat che permettono di uniformare la superficie trattata riducendo in tal modo la presenza di punti di innesco della corrosione.

La sfida tecnologica intrapresa dalle aziende del consorzio e dall'università non è stata solo nella sostituzione dei trattamenti a base di cromo esistenti, ma nella messa a punto di un processo che non prevedesse l'utilizzo di metalli pesanti e che garantisse prestazioni superiori rispetto a quanto oggi in commercio.

Il prodotto che ne è nato è un composto a base di silani denominato col nome commerciale ZEC-COAT 888.

Il prodotto ZEC-COAT 888 si lega al rivestimento galvanico dando origine a due strati il primo è quello legato direttamente al supporto creato da legami ossigeno, silicio, zinco, ed il secondo, legato al primo, contenente particelle di silice come visibile in *Fig. 2*.

ZINK PROTECTOR ZEC 888
Strato Silicio

Zn-Si-O Strato di Reazione

Zinco

Metallo Base

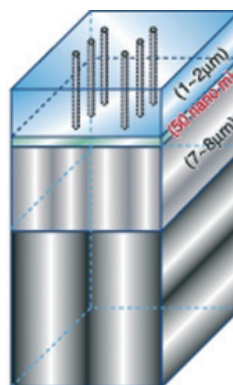


Fig. 2 - Disposizione ZEC 888

Il rivestimento così costituito è privo di metalli pesanti ed ha un caratteristico colore trasparente. Una delle peculiarità dello ZEC-COAT 888 è data dalla capacità autocicatrizzante del prodotto infatti qualora vi sia una rottura del film di protezione la presenza dell'umidità consente la migrazione delle particelle di silice dalle pareti dell'incisione verso il centro in modo tale da sigillare la parte scoperta. Lo spessore del trattamento si aggira intorno ai 1-2 µm ed è per la presenza del monostrato di silani da 50 nanometri (strato di reazione) che a ragion veduta si può evidentemente parlare di nanotecnologia. Un'ulteriore caratteristica del rivestimento è la possibilità di essere applicato anche dopo le fasi di cromatazione/passivazione trivalente dello zinco e della zama o dopo fosfatazione incrementando le performance del supporto rispetto alla corrosione, come nel caso della passivazione trivalente nera che evidenzia particolari problemi in tal senso.

Avendo definito l'ambito tecnologico relativo all'innovazione tecnologica legata a questo nuovo tipo di trattamento superficiale è necessario concentrare l'attenzione su cosa cambia negli impianti produttivi per valutare l'impatto economico sulla produzione dovuto all'adeguamento degli impianti per l'utilizzo di tale tecnologia di zincatura e zinco lamellare.

Ad oggi gli impianti galvanici di zincatura elettrolitica a freddo lavorano secondo il seguente schema:

Sgrassaggio alcalino a 50°C, risciacquo, decapaggio, risciacquo, risciacquo, sgrassatura anodica, risciacquo, zincatura elettrochimica, risciacquo, risciacquo, risciacquo acido di neutralizzazione, cromatazione/passivazione, risciacquo, risciacquo, risciacquo, risciacquo asciugatura (60°C-70°C) Fig. 3, deposizione top coat (se prevista), centrifuga, asciugatura (80°C-120°C)

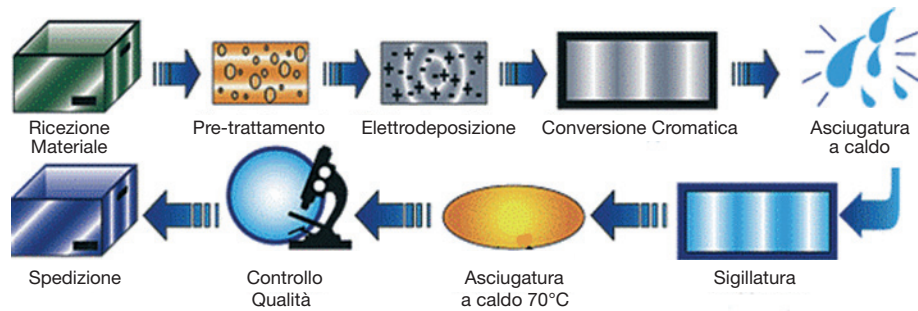


Fig. 3 - Ciclo tradizionale con l'utilizzo del cromo

Mentre con l'adozione del nuovo prodotto lo schema è il seguente:

- a) Sgrassaggio alcalino a 50°C
- b) Risciacquo
- c) Decapaggio
- d) Risciacquo
- e) Risciacquo
- f) Sgrassatura anodica
- g) Risciacquo
- h) Zincatura elettrochimica
- i) Risciacquo
- j) Risciacquo
- k) Risciacquo acido di neutralizzazione
- l) Risciacquo
- m) Risciacquo
- n) Asciugatura (60°C-70°C) o centrifuga
- o) ZEC 888
- p) Cottura (100°C-150°C) Fig. 4

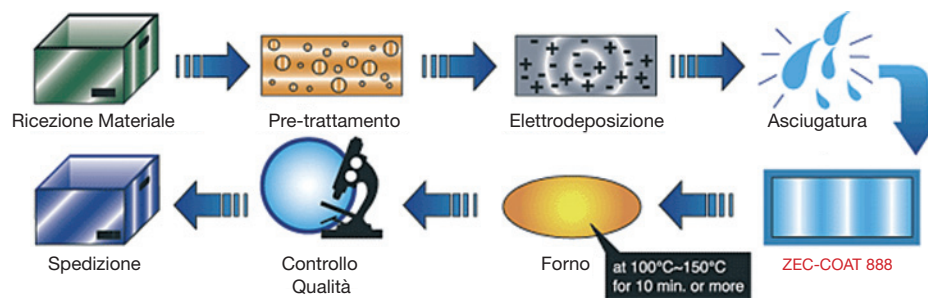


Fig. 4 – Ciclo basato sull'utilizzo dello ZEC 888 quale sostituto del cromo.

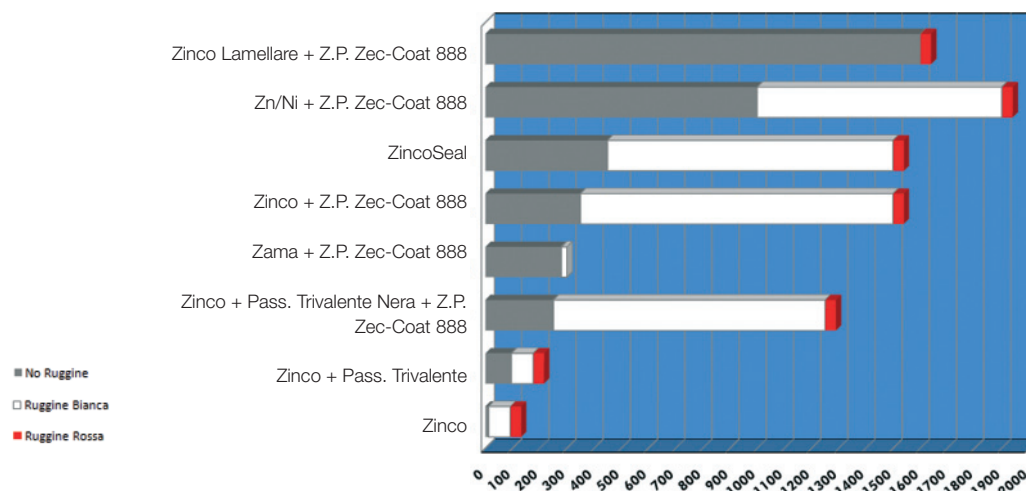
Per quanto concerne l'applicazione del prodotto ZEC 888 su supporti in zama o supporti in zincati con conversione cromica o fosfatazione lo schema di produzione consiste nell'aggiungere dopo tali processi comprensivi dei risciacqui le fasi di asciugatura (80°C-120°C), di applicazione del prodotto e di cottura (100°C-150°C).

Risulta evidente che l'introduzione dello ZEC 888, per un'esecuzione in linea senza alcuna perdita di produzione, comporta l'adeguamento dell'impianto al prodotto che porta all'eliminazione di alcune vasche di risciacquo l'utilizzo del forno di asciugatura con l'aggiunta in coda all'impianto di una fase di applicazione del prodotto e di una fase di cottura. Qualora si decida di realizzare un impianto nuovo con l'adozione di tale processo come processo base consente una riduzione delle dimensioni lineari dello stesso con la conseguente diminuzione degli spazi occupati.

Negli impianti ad immersione dotati di carri per la movimentazione dei telai/rotobarili contenenti i particolari la soluzione ottimale è quella di una modifica software del ciclo affinché dopo le fasi di risciacquo successive alla neutralizzazione il carro/rotobarile vada direttamente in asciugatura e poi i particolari, dopo essere stati scaricati dalla linea, vengano trattati con ZEC 888 e cotti in un impianto ad hoc costruito specificatamente per il trattamento dei componenti con questo prodotto. Tale soluzione ha l'evidente vantaggio di poter integrare l'utilizzo del nuovo ciclo in impianti esistenti mantenendo la possibilità di poter produrre particolari utilizzando la cromatazione/passivazione trivalente ove richiesto riservandosi anche la possibilità di applicare lo ZEC 888 su tali tipi di trattamento. L'eliminazione dei prodotti a base di cromo e di metalli pesanti come è facilmente immaginabile comporta anche una riduzione del carico per il depuratore in quanto non sarà più necessaria la fase di decromatazione con conseguente diminuzione del costo di esercizio di tale impianto e di acquisto qualora lo si compri ex-novo.

Il test di riferimento per l'analisi della resistenza alla corrosione sono quelli condotti in nebbia salina in accordo con le norme ASTM B117 o JIS-Z-2371 ed i criteri di valutazione sono la comparsa di ruggine bianca prima e di ruggine rossa poi nella zona di incisione.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei risultati ottenuti comparando cromatazione-passivazione- ZEC 888 su zinco e zinco lamellare.



Risulta chiaro che l'incremento nelle prestazioni dovuto all'utilizzo dello ZEC 888 è estremamente elevato particolarmente sulla ruggine rossa, che costituisce la corrosione di interesse dato che fornisce l'evidenza del fatto che il fenomeno ha interessato il supporto sottoposto al processo di zincatura, infatti si passa dalle 200/300 ore alle oltre 1200 ore di resistenza alla nebbia salina. Un'evoluzione così importante nella performance di resistenza alla corrosione sulla bulloneria è stata valutata attentamente da una primaria casa automobilistica che ha deciso a seguito dei risultati ottenuti su test condotti nei propri laboratori di emettere una specifica tecnica che comporterà l'adeguamento dei fornitori ai nuovi standard raggiunti.

* A cura di Cesare Anastasi, Area Innovazione Tecnologica, Confindustria Bergamo.
Redazionale pubblicato come informazione pubblicitaria su *"Nova 24 - Il Sole 24 Ore"*, Giovedì 10 Dicembre 2009, pag. 8 e sul dorso *"Eventi"* de *"Il Sole 24 Ore Lombardia"* di Lunedì 14 Dicembre 2009, pag.1.

PARTE II - LO STUDIO DI SETTORE: I PROCESSI DI ZINCATURA

IMPIANTI E PROCESSI AZIENDALI

Nell'ambito delle aziende prese in considerazione dall'indagine è possibile ricondurre gli impianti e i processi a quattro tipologie fondamentali:

Zincatura a caldo

Essendo basato sull'immersione dei manufatti in bagni di zinco fuso, il processo è di tipo metallurgico, simile a quello di una fonderia.

Con la zincatura a caldo si ottiene un rivestimento ad alto spessore, che può arrivare fino ai 200 μ , garantendo in tal modo la resistenza all'ossidazione e alla corrosione in ambiente esterno. Dopo l'operazione di zincatura non è previsto alcun trattamento supplementare. La produzione è incentrata prevalentemente sulla zincatura di lamiere, cestelli metallici, carpenteria in genere.

Elettrodeposizione di metalli generici (cromo, bronzo e nichel)

I materiali vengono depositi con uno spessore nell'ordine dei nanometri, e con l'utilizzo del rame quale base della lavorazione. Inoltre non è previsto alcun rivestimento sigillante dopo le operazioni di elettrodeposizione. Queste caratteristiche fanno sì che il rivestimento non offra elevate garanzie di resistenza alla corrosione in ambiente esterno, poiché si privilegia una finitura estetica.

Le linee produttive sono caratterizzate normalmente da un numero elevato di vasche, al fine di differenziare i metalli da deporre, e garantire flessibilità di lavorazione.

I principali manufatti sono legati all'industria dell'abbigliamento.

Elettrodeposizione di metalli nobili (oro, platino, rodio, ecc.)

Il rivestimento in metalli nobili privilegia l'effetto estetico dei manufatti, fatta eccezione per i componenti elettronici, per i quali garantisce i requisiti di conducibilità elettrica. Anche in questo caso non è previsto alcun rivestimento sigillante dopo le operazioni di elettrodeposizione.

Malgrado l'utilizzo di metalli nobili garantisca la resistenza alla corrosione superficiale, tale resistenza non consente tuttavia il superamento dei capitolati automotive, che prevedono delle incisioni sul particolare, con una profondità tale da interessare il supporto.

Normalmente a fianco delle linee dedicate alla produzione ne viene utilizzata una quale pilota per la realizzazione e l'ottimizzazione delle campionature.

Elettrozincatura tradizionale

Il processo si basa sulla passivazione con cromo trivalente, e può prevedere l'applicazione di sigillanti per compensare i problemi legati a questo tipo di rivestimento (basse capacità autocatrizzanti, presenza di zone scoperte, ecc).

Con l'utilizzo di impianti a carro ed a rotobarile è possibile coprire una gamma di produzione che va dalla minuteria a particolari di medie dimensioni. La flessibilità produttiva viene solitamente garantita, non dal numero delle vasche utilizzate, ma dal numero degli impianti. È un processo normalmente rivolto alla realizzazione di componenti industriali ed in particolare automotive, dal momento che il trattamento con passivazione permette di superare i capitolati relativi ai test sulla corrosione.

VERIFICA DI APPLICABILITÀ DELLO ZEC 888

Rispetto agli impianti e ai processi analizzati, l'unico nel quale lo ZEC 888 potrebbe essere introdotto senza particolari indagini sperimentali è quello della elettrozincatura tradizionale, per il quale sono possibili due precisazioni:

- una riguarda quelle realtà aziendali che già utilizzano un sigillante, per le quali l'adozione dello

ZEC 888 potrebbe essere facilitata, stante l'affinità tra le tecnologie e quindi la necessità di un minor trasferimento di know how aziendale - fatta salva la necessaria predisposizione dei controlli circa le condizioni ambientali della lavorazione (temperatura inferiore ai 30°, umidità inferiore al 60%, pulizia e lavaggio dei recipienti);

- la seconda riguarda la dimensione dei manufatti da trattare, anch'essa un fattore che può incidere sulla facilità di recepimento dello ZEC 888, dato che nel caso della minuteria si potrebbe adattare l'impianto già usato per i sigillanti, mentre nel caso di pezzi di dimensioni maggiori sarebbe necessario un macchinario ad hoc.

Più problematica risulta essere l'applicazione dello ZEC 888 nei processi basati sulla zincatura a caldo, principalmente per le condizioni in cui dovrebbero essere svolte le lavorazioni. Essendo infatti lo ZEC 888 una soluzione alcolica, il rischio di infiammabilità comporta la creazione di un reparto dedicato, separato dall'area di zincatura nella quale viene processato materiale fuso.

La convenienza dell'innovazione va dunque misurata rispetto agli investimenti necessari per l'adeguamento delle tecnologie e degli spazi disponibili.

Diversa è la criticità ravvisata per quanto riguarda i processi di elettrodeposizione. Infatti l'applicabilità dello ZEC 888 su metalli diversi dallo zinco non è ancora stata testata e richiede lo sviluppo di opportune fasi sperimentali. Prima ancora che considerare un investimento in impianti o in spazi produttivi, occorre pertanto condurre una valutazione tecnologica sulle prestazioni dello ZEC 888 tramite campionature realizzate su impianti pilota, che testino in particolare invecchiamento, colorimetria e adesione.

Occorre sottolineare che il trattamento garantito con lo ZEC 888 non potrebbe comunque essere utilizzato sui contatti dei componenti elettronici, dato che creerebbe un isolamento elettrico.

Al di là degli aspetti più strettamente tecnici o tecnologici riferiti agli impianti e ai processi esistenti, va sottolineata in ogni caso la caratteristica di infiammabilità del trattamento con lo ZEC 888, un fattore che richiede investimenti in attrezzatura specifica oltre che in formazione degli addetti.

LE PROSPETTIVE DI MERCATO

La ricognizione delle tecnologie esistenti nel campione di aziende galvaniche visitate, unitamente alla verifica di applicabilità della tecnologia basata sullo ZEC 888, permette di svolgere alcune considerazioni relative ai mercati di sbocco delle lavorazioni effettuate.

Più in particolare, la linea di discriminazione sembra essere quella tra chi già opera nel mercato automotive, eseguendo lavorazioni di tipo tradizionale, e chi opera su altri mercati. Nel primo caso le opportunità aperte dalla tecnologia ZEC 888 sembrano essere riconducibili:

- all'eliminazione della passivazione con cromo (aspetto ambientale)
- all'incremento della resistenza alla corrosione, e quindi alla durabilità, dei beni manufatti (aspetto funzionale).

Per tutte le aziende galvaniche che invece non operano nell'automotive, l'adozione del processo è funzionale all'esplorazione di mercati diversi da quelli abitualmente presidiati, nei quali siano richieste caratteristiche di resistenza all'esterno ad oggi non necessarie. Di nuovo, il criterio della durabilità dei beni manufatti è il driver sulla base del quale considerare l'applicazione della tecnologia innovativa in una logica di differenziazione concorrenziale.

Nel caso del campione di aziende associate a Confindustria Bergamo che è stato preso in considerazione, soltanto una percentuale modesta (inferiore al 25%) dimostra di possedere i requisiti tecnici e di mercato più indicati per l'adozione di un trattamento di superficie basato sullo ZEC 888, anche in considerazione degli investimenti in attrezzature necessari per adeguare le linee esistenti.

PARTE III - LO STUDIO DI SETTORE: I COMPONENTI SOGGETTI A ZINCATURA

IMPIANTI E PROCESSI AZIENDALI

Nel campione delle aziende considerate, sono presenti le più diffuse produzioni di componenti e minuterie metalliche:

- viti in acciaio inox
- viti per uso industriale
- viti senza fine per l'utilizzo su componenti elettroattuati;
- valvole e cilindri pneumatici
- cerniere per serramenti
- componenti a disegno per conto terzi
- tubazioni, flange, valvole, raccorderia
- tubi metallici per il trasporto di aria e per l'edilizia
- tubazioni flessibili per uso idraulico
- molle ed elementi elastici

Ovviamente l'indagine si è concentrata sulle lavorazioni soggette a trattamento di zincatura, per approfondire l'applicabilità della tecnologia innovativa ZEC 888.

Da questo punto di vista, va sottolineato che il processo di zincatura dei componenti, e gli eventuali trattamenti chimici di superficie, vengono eseguiti il più delle volte da aziende galvaniche terziste. I cicli di trattamento superficiale sono standard e prevedono passivazioni con cromo esavalente o trivalente, talvolta accoppiate ad una fase finale di sigillatura. L'unico trattamento di superficie svolto nei reparti aziendali è, semmai, quello del lavaggio e dello sgrassaggio al termine della lavorazione.

Talvolta si ricorre, per finalità estetiche o funzionali (riduzione del coefficiente di attrito), a processi di cromatura elettrolitica, sempre effettuati conto terzi da aziende galvaniche.

Infine, va ricordato che in diversi casi il materiale di partenza utilizzato per la realizzazione dei componenti è costituito da acciaio (AISI 316L e AISI 308) con intrinseche caratteristiche anticorrosive, che non necessitano di ulteriori trattamenti di superficie.

Riguardo alle caratteristiche tecnologiche e degli impianti, sono possibili alcune ulteriori considerazioni:

- la produzione dei componenti nella maggior parte dei casi è strutturata per isole di lavorazione e solo episodicamente si adotta lo schema in linea;
- per la produzione le materie prime utilizzate sono principalmente acciaio, ferro, ottone, alluminio
- i trattamenti termici, ove previsti, sono effettuati, nella maggior parte dei casi, presso terzisti
- le produzioni possono essere discriminate, ai fini dell'indagine, tra quelle orientate (direttamente o tramite intermediari) all'automotive e quelle destinate a settori diversi, stanti le specifiche tecniche richieste.
- gli standard qualitativi adottati per la valutazione della produzione fanno riferimento alle normative UNI, ISO, CE, ASTM e di settore.

VERIFICA DI APPLICABILITÀ DELLO ZEC 888

In linea generale l'applicazione del processo basato sullo ZEC 888 potrebbe agevolmente sostituire i tradizionali trattamenti di superficie per tutte le produzioni di componenti che sono soggette a zincatura.

Non sarebbero infatti richieste particolari modifiche sul ciclo di produzione, dal momento che, come già rilevato, il processo di zincatura dei componenti, e gli eventuali trattamenti chimici di superficie, vengono normalmente eseguiti da aziende galvaniche terziste: è dunque evidente che gli eventuali adeguamenti degli impianti in funzione del nuovo ciclo sarebbero in capo a queste ultime aziende.

Una sottolineatura particolare va fatta per le lamiere sottoposte a zincatura: in questo caso, infatti, l'applicazione del ciclo basato sullo ZEC 888 sarebbe in teoria possibile anche se ad oggi non sono disponibili impianti concepiti per trattare le lastre che hanno, rispetto alla minuteria, problemi di ingombro.

LE PROSPETTIVE DI MERCATO

Il principale driver che giustifica lo spostamento di tecnologia verso lo ZEC 888 è costituito dall'evoluzione della normativa, in particolare quella del settore automotive: le aziende fornitrici di questo comparto saranno infatti costrette ad adeguare le proprie produzioni ai nuovi standard che richiedono sia un aumento delle caratteristiche di resistenza alla corrosione (cass test, nebbia salina), sia l'eliminazione del cromo esavalente e trivalente da tutti i componenti di fornitura.

È ipotizzabile che, una volta apprezzati i vantaggi legati all'utilizzo dello ZEC 888 sui componenti automotive, le aziende siano portate ad estendere il trattamento anche sulle altre produzioni.

Nella medesima direzione potrebbero spingere gli indirizzi generali adottati dalle case madri delle aziende multinazionali, anche non automotive, oltre che dalla clientela internazionale. Esiste infatti una crescente pressione dei mercati globali verso lavorazioni ecocompatibili, e le aziende produttrici potrebbero ritenere interessante utilizzare prodotti a basso impatto ambientale, incrementando al tempo stesso la resistenza alla corrosione, e la vita utile, dei propri manufatti: un esempio di un settore sensibile a questo tipo di problematica è quello della nautica, dove la resistenza alla corrosione è testata su condizioni estremamente critiche.

Considerazioni analoghe possono essere estese anche a quelle aziende che non svolgono alcuna fase di zincatura tradizionale e che invece usano un approccio basato sul cambiamento della materia prima di partenza con acciai speciali, per ottenere le desiderate prestazioni anticorrosive. L'opportunità di mercato, nel loro caso, è rappresentata dallo sfruttamento delle particolari caratteristiche anticorrosive dello ZEC 888, che potrebbe essere testato come trattamento superficiale applicato direttamente al materiale di partenza, riducendo sensibilmente i costi di produzione (materiale, utensili e lavorazione).

Infine, l'introduzione dello ZEC 888 come trattamento superficiale non si giustifica, data l'assenza di fenomeni corrosivi, laddove si utilizza quale materiale di partenza l'acciaio AISI 308 o AISI 316 per la produzione dei componenti. L'unico impiego, in questi casi, potrebbe essere quello in sostituzione del filmante, sebbene ciò non comporti alcun apprezzabile vantaggio di prestazioni rispetto alla tecnologia attualmente in uso.

CONCLUSIONI

L'indagine a campione condotta sul settore delle aziende galvaniche e produttrici di componenti soggetti a zincatura ha evidenziato un discreto valore prospettico dell'introduzione della tecnologia basata sullo ZEC 888.

Senza dubbio lo sviluppo principale è da ricondurre a tutte quelle lavorazioni destinate all'automotive, in considerazione del fatto che le normative interne sviluppate dalle case automobilistiche mirano all'eliminazione dei metalli pesanti dai trattamenti superficiali.

Peraltro non è da escludere che la stessa esigenza venga recepita a livello legislativo e che quindi finisca per interessare, per quanto gradualmente, la totalità dei settori che necessitano di trattamenti di superficie anticorrosivi.

Al di là dei vincoli o degli sviluppi normativi, esiste una certa pressione dei mercati internazionali ad adottare lavorazioni ecocompatibili, che induce le aziende a spostarsi verso prodotti a basso impatto ambientale, e di maggiore durata, al fine di incrementare o differenziare le proprie quote di mercato e migliorare, dove possibile, la marginalità.

Dal punto di vista economico la criticità principale, che per converso può rallentare la diffusione di questa tecnologia innovativa, è rappresentata dai costi di investimento necessari alla sua industrializzazione. Ciò è vero pensando sia alle singole economie di scala di ciascun produttore, sia al funzionamento della filiera, che chiede di trovare un equilibrio fra committenti e terzisti nella sostenibilità dei processi innovativi.

Si tratta di criticità che potranno essere attenuate dagli sviluppi della tecnologia dello ZEC 888, sviluppi riconducibili a tre ambiti di applicazione:

- innanzitutto la risoluzione del problema legato all'infiammabilità del prodotto e alla sua sensibilità alle condizioni ambientali, con la sostituzione della fase alcolica
- in secondo luogo l'allargamento del campo di applicazione anche sui materiali non soggetti a zincatura come l'alluminio o l'ottone o lo stesso ferro non zincato
- infine l'industrializzazione del processo per manufatti di grosse dimensioni

In virtù di queste possibili evoluzioni tecnologiche l'indagine permette di concludere che l'utilizzo dello ZEC 888 in luogo delle passivazioni basate sul cromo potrebbe trovare applicazione, in diversa misura, in tutte le tipologie di aziende analizzate, permettendo salti tecnologici o anche solo un allargamento di gamma delle produzioni.

Stampato a Bergamo nell'agosto 2010