

GIANLUIGI GUIDETTI
Compagnia Continentale S.C.E.A.R. - Milano

La fosfatazione organica

La fosfatazione organica

GIANLUIGI GUIDETTI

Compagnia Continentale S.C.E.A.R. - Milano

ASPETTI CHIMICI E TECNICI

1) *Cenni sulle necessità del pretrattamento dei metalli e sulle soluzioni adottate in pratica per risolvere il problema*

Quando un manufatto metallico, ferroso o non ferroso, si presenta al termine del ciclo produttivo d'officina, è inevitabilmente ricoperto da una notevole quantità di contaminanti.

I contaminanti possono essere:

- di natura organica
saponificabili (oli e grassi animali e vegetali)
insaponificabili (oli minerali)
- di natura inorganica
particelle metalliche dovute a operazioni di foratura, tornitura, ecc.
- *pulviscolo atmosferico.*

E' quindi evidente che detto manufatto non può essere avviato alle operazioni di finitura con prodotti vernicianti senza rimozione dei menzionati agenti di disturbo.

Infatti, anche ipotizzando l'assenza di contaminanti inorganici, l'esistenza dei contaminanti organici crea molti problemi ai prodotti vernicianti di finitura per una serie di fenomeni:

- 1) Barriera fisica, incompatibilità, precipitazione del legante del prodotto verniciante, flocculazione di pigmento, ecc.
- 2) Reazioni indesiderate con il legante del prodotto verniciante che ne modificano la struttura chimica (specialmente in cicli a forno). Si pensi che, in particolare, i contaminanti di natura vegetale ed animale possono reagire con i gruppi funzionali dei leganti per acidolisi, alcolisi, ecc.

Ne conseguono i problemi ben noti ai tecnici formulatori di vernici e quindi ogni manufatto metallico deve subire, prima delle operazioni di finitura, una operazione di pretrattamento.

Storicamente si può affermare che ai processi di pretrattamento che miravano a preparare le superfici metalliche per mezzo del semplice allontanamento fisico (per lo più manuale) dei contaminanti, sono succeduti processi che, oltre a depurare fisicamente il supporto metallico, lo « convertono » superficialmente al fine di aumentare la resistenza alla corrosione del ciclo completo di verniciatura.

Il primo brevetto, in materia di processi di conversione superficiale, risale al Brevetto Britannico numero 3119 del 27 ottobre 1869 concesso a William Alexander Ross che si può quindi considerare il padre dei trattamenti di conversione.

Attualmente, i processi industrialmente disponibili per l'allontanamento dei contaminanti e/o conversione superficiale dei supporti sono i seguenti:

1) *Sgrassaggio alcalino*

Questo processo allontana il contaminante tramite saponificazione o saponificazione/emulsione dello stesso. Non converte superficialmente il supporto.

2) *Fosfatazioni acquose*

Allontanano il contaminante e convertono superficialmente il supporto con sali inorganici.

3) *Sgrassaggio a solvente o a vapori di solvente*

Allontanano il contaminante per dissoluzione dello stesso in solventi organici.

3 bis) *Sgrassaggio con emulsioni solvente/acqua*

Allontanano i contaminanti per dissoluzione in solvente e/o acqua.

4) *Fosfatazioni a solvente a caldo (vapore/liquido)*

Allontanano il contaminante con vapori di solvente e convertono il supporto con un sale inorganico (dopo permanenza del metallo nella fase liquida calda). Ci risultano industrialmente disponibili i seguenti processi di fosfatazione a vapore di solvente:

- a) Processo in Trielina - Du Pont - U.S.A.
Processo in Trielina - Rhone Poulenc - Francia
Processo in Cloruro Metilene - Diamond Shamrock - U.S.A.
Processo in Cloruro Metilene - AKZO - Olanda
Processo in Percloroetilene - AKZO - Olanda

5) *Fosfatazioni organiche*

Questi processi mirano a convertire il supporto depositando su di esso un fosfato organico in luogo di un sale inorganico.

Si possono distinguere in:

- a) Processi di fosfatazione organica che richiedono un preventivo allontanamento dei contaminanti.

Per quanto è a ns. conoscenza esiste in Gran Bretagna un processo ICI ed in Germania Federale un processo sviluppato da una Società del gruppo Hoechst che appartengono a questa classe.

b) Processo di fosfatazione organica che non richiede l'allontanamento preventivo dei contaminanti. La presentazione di questo processo è l'oggetto di questa relazione.

2) *La fosfatazione organica: meccanismo d'azione ed aspetti chimici*

Il processo di fosfatazione organica che ora discuteremo si differenzia dagli altri indicati al punto 5.a) in quanto è in grado di sgrassare e fosfatere le superfici metalliche tramite una operazione monostadio a temperatura ambiente. Per questa sua caratteristica detto processo viene comunemente definito *Plaforizzazione*.

L'agente del processo è un particolare polifosfato organico che, grazie alle sue caratteristiche lipofile, permette di ottenere quasi simultaneamente lo sgrassaggio e la fosfatazione delle superfici contaminate da oli e grassi.

Dette superfici metalliche risultano pertanto rivestite, alla fine del trattamento, da un sottile strato di fosfati misti di ferro e zinco rivestiti da un film polimerico.

A differenza dei processi fosfatanti acquosi, la Plaforizzazione funziona in fase praticamente anidra essendo il polifosfato di detto processo dissolto in una opportuna miscela di solventi organici.

Sebbene la Plaforizzazione si svolga in un solo stadio, abbiamo ritenuto opportuno, per rendere più intelligibile quanto avviene sui pezzi, identificare 5 distinte fasi che corrispondono a:

- 1) Immersione del pezzo da trattare nella vasca contenente il polifosfato organico.
- 2) Rimozione operata dai solventi dei contaminanti oleosi e grassi presenti sulla superficie del metallo.
- 3) Inglobamento dei contaminanti da parte del polifosfato.
- 4) Attacco del metallo e inizio della formazione, sulla superficie dello stesso, di uno strato cristallino di fosfati misti.
- 5) Estrazione del pezzo dalla vasca di trattamento,

evaporazione dei solventi e completamento della reazione.

Commenteremo ora le fasi 2), 3) e 4) facendo uso, al fine di identificare alcune proprietà che la miscela solvente ed il polimero fosfatico devono possedere, dei concetti di parametro di solubilità e di parametro di legame idrogeno.

La letteratura esistente su detti argomenti è ormai molto ampia e universalmente conosciuta e di conseguenza non faremo qui alcun riferimento ai relativi presupposti termodinamici.

Ci preme tuttavia menzionare che nel corso della ns. discussione, faremo uso di detti concetti così come sono esposti in una memoria tecnica Hüls (7) alla quale rimandiamo per eventuali approfondimenti.

Ricorderemo inoltre che:

a) Il parametro di solubilità δ_m di una miscela di solventi è funzione lineare dei parametri di solubilità dei singoli solventi per cui utilizzando la scrittura algebrica vettoriale possiamo indicare:

$$\delta_m = \delta x$$

dove δ è il vettore riga

$$[\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n]$$

dei parametri di solubilità dei singoli solventi

e x è il vettore colonna

$$\begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{matrix}$$

delle frazioni volumetriche dei singoli solventi.

b) Il parametro di legame idrogeno γ_m di una miscela di solventi è funzione lineare dei parametri di legame idrogeno dei singoli solventi per cui utilizzando la scrittura vettoriale possiamo scrivere:

$$\gamma_m = H x$$

dove H è il vettore riga $[\gamma_1 \theta_1, \gamma_2 \theta_2, \dots, \gamma_n \theta_n]$

dove $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ sono i parametri di legame idrogeno dei singoli solventi e $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ sono dei coefficienti di correzione che possono assumere i valori $-1, 0, +1$ così come descritto in (7) e x è il vettore colonna delle frazioni volumetriche dei singoli solventi.

c) Definiti δ_1 e γ_1 il parametro di solubilità e il parametro di legame idrogeno di una sostanza e δ_2 e γ_2 il parametro di solubilità ed il parametro di legame idrogeno di una seconda sostanza si ha solubilità o compatibilità tra le due se:

$$\delta_1 \approx \delta_2$$

$$\gamma_1 \approx \gamma_2$$

I parametri di solubilità e di legame idrogeno da noi determinati, sia sperimentalmente, che con l'ausilio di dati pubblicati in letterature, su molti contaminanti oleosi e grassi ci portano a concludere che in generale queste sostanze hanno:

δ compreso tra 8,8 e 9,1

$$\gamma \begin{cases} \text{(per contaminanti di natura minerale)} \\ \text{prossimo a 1,5} \\ \text{(per contaminanti di natura vegetale} \\ \text{o animale)} \\ \text{prossimo a 4} \end{cases}$$

La sostanziale costanza dei valori δ potrebbe sembrare perlomeno strana data la grande varietà di oli e grassi commercialmente disponibili.

Tuttavia un rapido esame della formula di Small

$$\delta = \rho \cdot \frac{\Sigma G}{(PM)}$$

e la considerazione che queste sostanze sono essenzialmente costituite da lunghe catene di atomi di carbonio che presentano numerosi gruppi $-\text{CH}_2-$ ci porta a concludere che l'eventuale presenza di ramificazioni, insaturazioni, gruppi funzionali, ecc. porta a piccole variazioni del termine ΣG e quindi di δ .

Dati questi presupposti siamo in grado ora di affermare che:

— la fase 2) avviene se, e solo se, la miscela solvente del bagno presenta parametro di solubilità prossimo a 9 e parametro di legame idrogeno non molto distante dall'intervallo 1,5 ÷ 4.

Si verifica immediatamente che si ottengono detti valori se la miscela solvente è ricca di solventi clorurati.

— la fase 3) avviene se, e solo se, il polimero fosfatico presenta parametro di solubilità prossimo a 9 e parametro di legame idrogeno non molto distante dall'intervallo 1,5 ÷ 4.

Infatti solo in questo caso il contaminante oleo-

so o grasso si combina fisicamente con il polimero fosfatico miscelandosi ad esso grossolanamente come un plastificante si miscela ad un polimero lineare. Vale la pena di sottolineare che quanto più δ e γ del polimero si discostano rispettivamente da 9 e dall'intervallo 1,5 ÷ 4, tanto più si avrà incompatibilità con conseguente smiscelamento degli oli dal bagno polifosfatico, precipitazione del polimero, ecc. Questo spiega perché alcuni prodotti di fosfatazione organica richiedono uno sgrassaggio preventivo.



Fig. 1 - Fenomeni di dissoluzione del metallo e di sviluppo di idrogeno nelle zone anodica e catodica del supporto.

— Per spiegare la fase 4), (Fig. 1) ossia la fase di attacco del metallo, faremo uso della seguente diapositiva (Fonte 8).

Non vi sono, in questa fase, differenze molto importanti nei confronti delle fosfatazioni acquose.

Infatti, anche per la fosfatazione organica, l'attacco iniziale è dovuto alla presenza di acido fosforico e di fosfati ionizzati che sono in equilibrio con i polifosfati del bagno ed avviene secondo le reazioni corrispondenti all'esistenza di zone polarizzate:

— Zone anodiche, ove avviene la dissoluzione del metallo.

— Zone catodiche, con formazione gassosa (H_2).

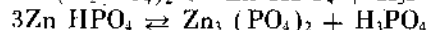
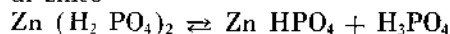
Nel caso ideale queste zone sono in evoluzione permanente ma, in pratica, a causa dell'eterogeneità delle superfici dei metalli, si hanno polarità differenziali che impediscono un attacco omogeneo.

In un tempo successivo si ha l'inizio di un deposito

salino sulla superficie metallica sensibilizzata dall'attacco acido.

Per spiegare questo fenomeno esistono due teorie (8):

— la prima ipotizza un deposito sostanzialmente catodico legato ad una perdita locale di acidità con precipitazione di fosfati per effetto di fenomeni d'idrolisi come, ad esempio, nel caso del fosfato di zinco



— la seconda, invece, ipotizza un deposito a seguito di fenomeni anodici. Nelle zone anodiche è presente una forte concentrazione di cationi generati dall'attacco del metallo. Ciò può portare rapidamente a superare il valore del prodotto di solubilità $(\text{Me}^{2+})_3 (\text{PO}_4^{3-})_2$ ove il catione Me^{2+} può esser quello originato dalla dissoluzione del supporto da trattare nella zona anodica o quello presente nella soluzione fosfatante (9).

Da quanto precede e, alla luce del fatto che il supporto, dopo l'estrazione dal bagno di Plaforizzazione, risulta essere coperto da un sottilissimo strato di passivazione di aspetto iridescente, ci sembra logico ipotizzare, come fanno gli autori (8) e (9) che, anche per la fosfatazione organica avvenga una deposizione legata ad entrambe le teorie sopra viste ossia:

- sulle superfici microcatodiche $\text{Zn}_3 (\text{PO}_4)_2$ idrato.
- sulle superfici microanodiche (nel caso di tratt. di acciaio) uno strato misto amorfo di fosfato di ferro/zinco.

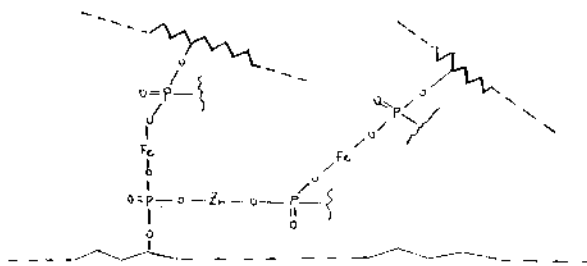
E' interessante notare che, per gli autori sopra citati, questo strato ha una eccellente adesione al supporto in quanto è lo stesso metallo del supporto che partecipa alla formazione del deposito.

Deve essere precisato tuttavia che l'esistenza, nel bagno plaforizzante, di un polimero organico che presenta evidenti impedimenti sterici e la limitata ionizzazione, frenano l'evolversi di queste reazioni.

Si hanno perciò, nel caso della fosfatazione organica, nei tempi operativi normali di questo processo, solo pochi germi di fosfati cristallizzati.

La reazione si completa invece nel corso della fase 5). Infatti, nel corso dell'evaporazione dei solventi, i gruppi acidi liberi del fosfato polimerico di zinco, reagiscono con il supporto originando, in tempi brevi, una struttura tridimensionale, che nel caso di rea-

zione con acciaio, può essere schematicamente indicata come segue:



queste macromolecole fortemente tridimensionali inglobano parte dei contaminanti oleosi e grassi impedendone la migrazione.

La struttura finale risulta perciò costituita da: uno strato passivato di fosfati sostanzialmente amorfi ricoperti da una sottile pellicola di fosfato polimerico.

3) La stabilità del bagno

Identificheremo ora quali sono i limiti operativi della Plaforizzazione discutendo brevemente un modello matematico di simulazione del processo.

Si può dimostrare (10) che la percentuale di olio $P(t)$ presente in vasca dopo il trattamento di $t \text{ m}^2$ di superficie metallica è:

$$P(t) = \frac{-\alpha \cdot 100}{M} \left(\frac{M-25}{25} \right) \left(\frac{M-25}{M} \right)^t + \frac{\alpha \cdot 100}{M} \left(\frac{M-25}{25} \right)$$

dove α = Quantità in olio immessa in vasca da 1 m^2 di superficie, espressa in grammi.

M = Peso totale del bagno espresso in grammi.

l'andamento di $P(t)$ in funzione di t è evidenziato nel diagramma indicato qui avanti.

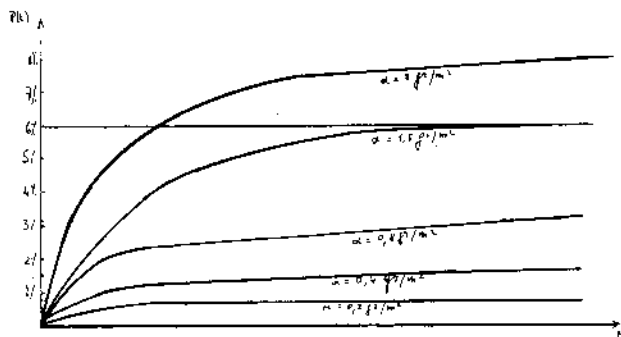
Come appare evidente, al divergere di t , le curve presentano un asintoto orizzontale.

Si può inoltre dimostrare che la percentuale d'olio $P(t)$ all'asintoto è:

$$P(t) \simeq 4 \cdot \alpha$$

in cui α è in questo caso adimensionale.

E' stata tracciata con una retta parallela all'asse delle ascisse la percentuale di olio limite che il bagno è



in grado di tollerare senza dar luogo a fenomeni di distacco della pellicola fosfatica (considerata isolatamente o in combinazione con prodotti vernicianti di finitura).

Questa percentuale è stata da noi determinata sperimentalmente e corrisponde al 6% in peso sulla soluzione plaforizzante pronta all'uso. Di conseguenza si può affermare che la Plaforizzazione è in grado di trattare all'infinito, senza dar luogo a fenomeni di saturazione, pezzi che presentano una quantità d'olio non superiore a $1,5 \text{ g/m}^2$.

E' necessario precisare inoltre che poiché la quantità di contaminante di laminazione che è normalmente presente su 1 metro quadrato di lamiera lavorata a freddo è pari a $0,3-0,4 \text{ g}$, si può concludere che la Plaforizzazione è in grado di trattare all'infinito, senza saturazione, pezzi che presentano un livello di contaminazione 5 volte più elevato del normale.

A verifica di quanto sopra affermato vogliamo commentare i seguenti cromatogrammi.

Il cromatogramma 1 (Fig. 2) si riferisce alla separazione di un contaminante oleoso da una soluzione Plaforizzante, inquinata con percentuali note di olio, ottenuta con una tecnica di cromatografia su strato sottile.

Come si può osservare all'aumentare della percentuale di inquinante aumentano l'intensità e l'area della macchia.

Questo metodo consente di valutare l'inquinamento di un bagno con precisione $\pm 0,1\%$.

Il Cromatogramma 2 (Fig. 3) permette di valutare l'inquinamento di alcuni bagni plaforizzanti industriali funzionanti da alcuni anni. Come appare evi-

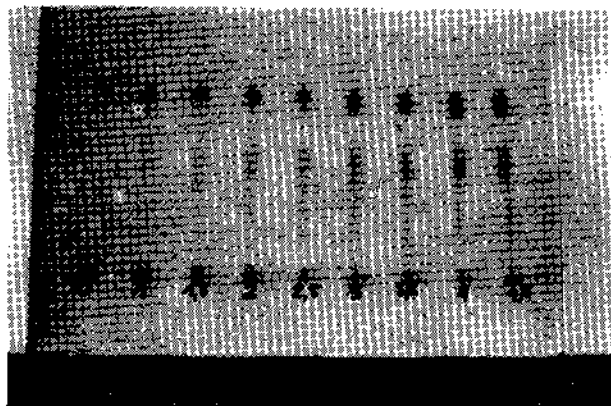


Fig. 2 - Cromatogramma n. 1.

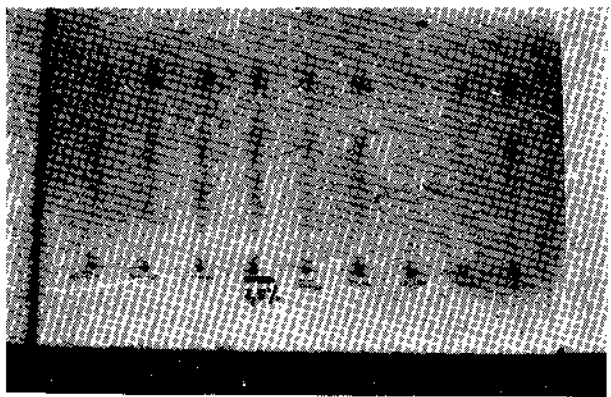


Fig. 3 - Cromatogramma n. 2.

dente il contenuto percentuale di contaminante oleoso è compreso tra $1,5\%$ e 2% e quindi in notevole accordo con il calcolo matematico che prevede, per impianti che trattano acciaio laminato a freddo protetto con $0,3-0,4 \text{ g/m}^2$ di olio, una percentuale di equilibrio di olio nel bagno Plaforizzante pari a $1,2\% - 1,6\%$.

SUPERFICI TRATTABILI E COMPATIBILITÀ CON LE DIVERSE FAMIGLIE DI PRODOTTI VERNICIANTI

Con la Plaforizzazione possono essere trattati i seguenti supporti

- 1) Acciaio al carbonio
- 2) Ghisa

- 3) Alluminio e la maggior parte delle leghe leggere
 4) Acciaio zincato

Zama e particolari leghe di alluminio contenenti Silicio possono dare problemi di adesione per cui è consigliabile eseguire prove preliminari utilizzando il ciclo completo di Pretrattamento/Verniciatura.

COMPATIBILITA' CON PRODOTTI DI FINITURA

Fondi e smalti nitrocellulosici	= I
Fondi e smalti vinilici acrilici ed aria	= I
Fondi e smalti clorocaucciù o caucciù ciclizzato	= I
Fondi e smalti alchidici a rapida essiccazione	= I
Fondi e smalti a base di alchidiche lungo e medio olio	= I
Fondi e smalti PUR mono e bicomponenti	= I
Fondi e smalti epossidici bicomponenti	= I
Wash primer, shop primer, nitro a catalisi acida	= I, T
Fondi e smalti alchidici/ureici	= I
Fondi e smalti alchidici/melamminici	= I
Fondi e smalti alchidici/benzoguanamminici	= I
Fondi e smalti acrilici a forno (da acrilamminide)	= I
Fondi e smalti acrilici a forno (carbossiacrilici)	= I
Fondi e smalti acrilici a forno (idrossiacrilici/melamminici)	= I
Fondi e smalti idrosolubili ad aria	= I
Fondi e smalti idrosolubili a forno	= I
Fondi per elettroforesi anodica	= LI, T
Fondi per elettroforesi catodica	= °
Polveri di PVC	= LI, P
Polveri epossidiche	= I
Polveri uretaniche	= I
Polveri epossipoliestere	= I
Polveri poliestere	= I, T ^{oo}
Polveri acriliche	= I
Polveri poliammidiche (Orgassan)	= I
Polveri Poliammidiche (Rilsan)	= I, P

I = Idoneo
 LI = Idoneo con limitazioni
 T = Eseguire un test preliminare
 P = E' necessaria l'applicazione di un primer

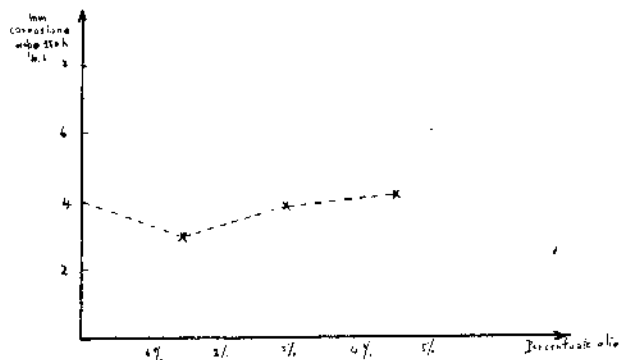
- ° = La sperimentazione è in corso
 °° = Con alcune polveri poliestere l'adesione è insufficiente. Eseguire un test preliminare.

RESISTENZA ALLA CORROSIONE E PROPRIETA' MECCANICHE

La pellicola di polifosfato organico ottenuta con il processo di Plaforizzazione presenta buone proprietà di resistenza alla corrosione.

E' interessante dapprima notare che la resistenza alla corrosione del ciclo Plaforizzazione/Prodotto di finitura non è influenzata negativamente (entro limiti molto ampi) dalla presenza, nei bagni di trattamento, di quantità di contaminanti oleosi o grassi.

Il seguente diagramma servirà a chiarire quanto affermato



Il diagramma si riferisce a cicli di verniciatura Plaforizzazione/Smalto acrilico da acrilammide metilolata in cui il bagno di Plaforizzazione è stato di proposito inquinato con percentuali note di olio.

In ascisse sono indicati i livelli di inquinamento, mentre in ordinate sono indicati i mm di penetrazione della corrosione dopo 150 ore di nebbia salina. Come si può osservare si ottiene il massimo della resistenza alla n.s. con inquinamenti dell'ordine di 1.2%, mentre inquinamenti del 3.4% non portano a diminuzioni di resistenza rispetto al fosfato organico non inquinato.

Un'altra interessante caratteristica della Plaforizzazione è costituita dalla resistenza alla corrosione presentata dai pezzi pretrattati e non verniciati. (Fig. 4) Questa proprietà che è correlata alla non porosità dei

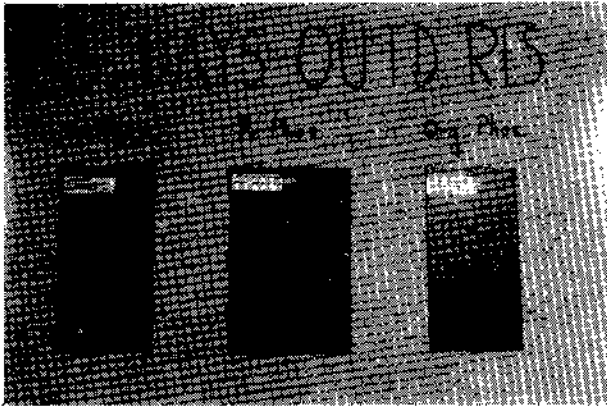


Fig. 4 - Esposizione all'esterno di pannelli pretrattati non verniciati:

a sinistra: sgrassaggio in vapori

centro: fosfato di ferro derivante da un processo di fosfosgrassaggio

a destra: plaforizzazione.

fosfati organici nei confronti dei fosfati inorganici tradizionali a base acquosa, che sono invece essenzialmente microporosi, è evidenziata dalle seguenti diapositive.

La Plaforizzazione presenta eccellenti proprietà di protezione temporanea e permette quindi di immagazzinare pezzi pretrattati, ma non verniciati, per più di un anno senza che questi evidenzino fenomeni di corrosione (se i pezzi sono stoccati all'interno e in ambienti con normale livello di umidità relativa).

Con l'ausilio di alcune diapositive commenteremo la resistenza alla corrosione di questo processo di fosfatazione organica in combinazione con alcuni tipi di finiture. (Fig. 5-6-7-8-9)



Fig. 5

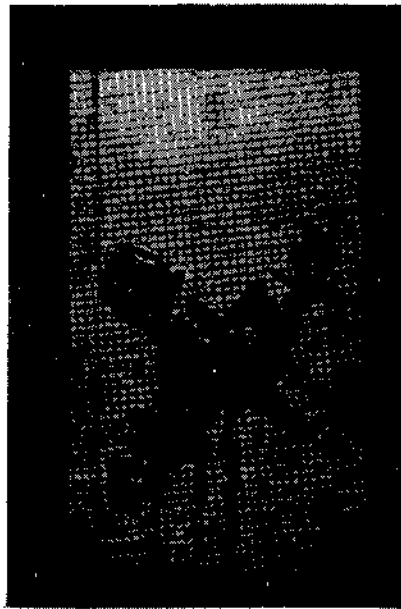


Fig. 6



Fig. 7

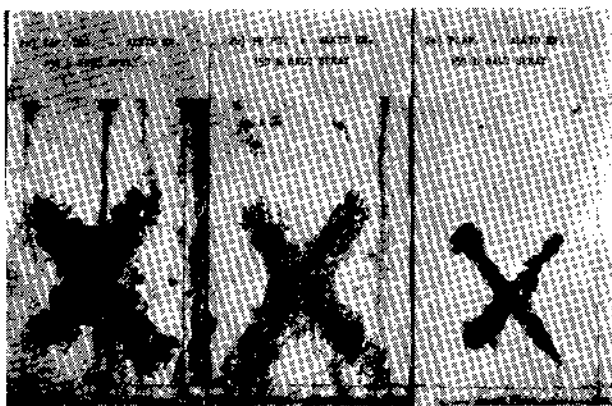


Fig. 8 - Vari tipi di pretrattamento in combinazione con smalto alchid/melaminico — 150 ore in nebbia salina:
 a sinistra: sgrassaggio in vapori
 centro: fosfato di ferro derivante da fosfosgrassaggio
 a destra: plaforizzazione.

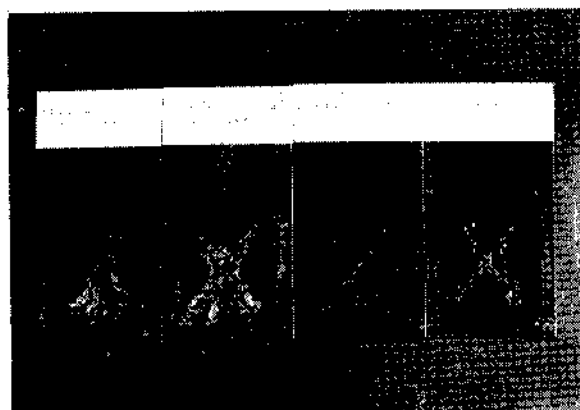


Fig. 9 - Vari tipi di pretrattamento in combinazione con smalto carbossiacrilico/epossidico — 250 ore in nebbia salina:
 da sinistra:
 1° Sgrassaggio alcalino
 2° Sgrassaggio a vapori
 3° Fosfato di ferro derivante da fosfosgrassaggio
 4° Plaforizzazione.

In combinazione con Poliuretano bicomponente

	Nebbia salina 150 h	Stone Chipping 240 h	Adesione	Manifino	Urto	Imbutitura
Sgrassaggio alcalino	1	2	2	5	3	4
Fosfosgrassaggio	3	3	4	5	3	4
Plaforizzazione	3	3	5	5	5	5
Plaforizzazione con 1,5% olio	3	3	5	5	5	5
Plaforizzazione con ultrasuoni	4	4	4	5	4	5

1 = pessimo comportamento
 5 = ottimo comportamento

In combinazione con smalto idrossidato - Furan

	Nebbia salina 150 h	Stone Chipping 240 h	Adesione	Manifino	Urto	Imbutitura
Sgrassaggio alcalino	2	2	4	5	2	5
Fosfosgrassaggio	3	3	5	5	5	5
Plaforizzazione	3	4	5	5	5	5
Plaforizzazione con 1,5% olio	3	3	5	5	5	5
Plaforizzazione con ultrasuoni	3	4	5	5	5	5

0 = pessimo comportamento
 5 = ottimo comportamento

Per evidenziare le proprietà meccaniche e di resistenza alla corrosione della Plaforizzazione in confronto ad altri sistemi di pretrattamento presentiamo le precedenti tabelle (Fonte: Lavoro 1090/164001 Centro Ricerche Fiat - Orbassano, Stazione Sperimentale Vernici).

In conclusione si può affermare quanto segue:

- La resistenza alla corrosione della Plaforizzazione è nettamente superiore a quella che si ottiene con lo sgrassaggio a vapori o lo sgrassaggio alcalino.
- La resistenza alla corrosione della Plaforizzazione non è inferiore a quella che si ottiene con i Fosfati di Ferro dei processi di fosfosgrassaggio.

- Le caratteristiche meccaniche della Plaforizzazione sono superiori rispetto a quelle ottenibili con i Fosfati di Ferro dei processi di fosfosgrassaggio.
- La resistenza alla corrosione della Plaforizzazione è inferiore a quella ottenibile con fosfati di Zinco, anche se sono allo studio processi a doppio stadio che sembrano indicare che, in un breve futuro, questa tecnologia raggiungerà il livello di resistenza alla corrosione presentata da questi eccellenti trattamenti di conversione (vedere diapositive).

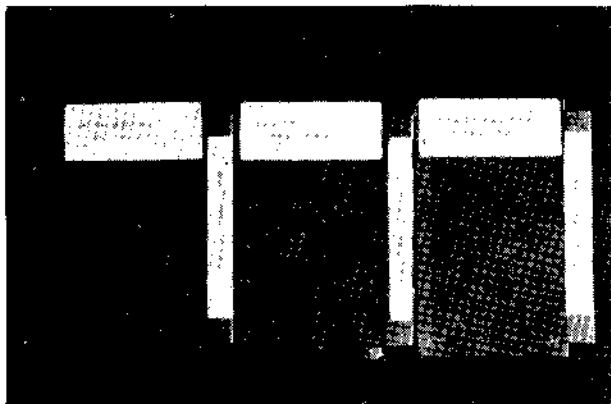


Fig. 10 - Vari tipi di pretrattamento in combinazione con smalto acrilico termoplastico — 250 ore in nebbia salina:

a sinistra: sgrassaggio a vapori

centro: fosfato di zinco

a destra: processo di fosfatazione organica a doppio stadio.

CENNI SUGLI IMPIANTI DI APPLICAZIONE

La presentazione dei calcoli di tipo ingegneristico necessari per la progettazione degli impianti di Plaforizzazione non rientra negli scopi di questa relazione. A noi basterà ora ricordare che detta tecnologia monostadio, a temperatura ambiente è stata studiata principalmente per l'applicazione ad immersione.

Gli impianti relativi risultano molto più semplici, compatti e di facile manutenzione rispetto agli impianti di fosfatazione tradizionale.

Le vasche di trattamento e tutte le parti a contatto con la soluzione fosfatante devono essere di acciaio inossidabile AISI 304 mentre le parti non a contatto

con il liquido oppure a contatto con i vapori possono essere di comune acciaio al carbonio.

Le vasche di trattamento devono essere tunnelizzate e munite di opportuni sistemi di aspirazione calcolati in modo da consentire, un ingresso d'aria avente velocità pari a 0,5 m/sec.

Le vasche devono inoltre essere munite di opportuni gruppi filtranti in acciaio inossidabile che provvedono alla depurazione in continuo delle impurezze solide in sospensione. Inoltre, per l'eliminazione delle impurezze solide particolarmente pesanti, è necessario munire l'impianto di trattamento di doppi fondi estraibili in acciaio inossidabile.

Per quanto riguarda il dimensionamento delle vasche è necessario fare ora alcune precisazioni.

Il volume delle vasche in linea, calcolato in maniera strettamente geometrica, è funzione di una costante c di 4 parametri.

La costante è il tempo di trattamento che deve essere di 60 secondi.

I parametri sono la velocità del convogliatore, il passo dei ganci, la lunghezza dei ganci e la forma geometrica dei pezzi da trattare.

Al contrario, gli impianti statici devono avere un volume sufficiente a contenere, con ragionevole margine, il pezzo di dimensioni massime.

Queste ovvie considerazioni devono essere però integrate dalla seguente:

La Plaforizzazione è in grado di trattare all'infinito senza necessità di sostituire periodicamente i bagni, pezzi che presentano un livello di contaminazione 5 volte maggiore di quello tipico di una lamiera laminata a freddo.

Tuttavia, aumentando il peso di liquido fosfatante contenuto in vasca, si conferisce al sistema la possibilità di sopportare « colpi d'ariete » dovuti all'introduzione, per lunghi periodi, di pezzi che apportano una quantità di olio eccezionalmente elevata (50 o 100 volte superiore al normale).

Con opportuni modelli matematici è possibile elaborare alcune tabelle che tengono conto di appropriati « coefficienti di sicurezza ».

La tabella che presentiamo ha coefficiente di sicurezza 50 su 20 giorni di lavoro, ossia consente di trattare per 20 giorni lavorativi pezzi che presentano un livello di contaminazione 50 volte maggiore del normale.

Detta tabella non è l'unica ipotizzabile (se ne possono infatti elaborare altre con diversi coefficienti di sicurezza) ma, in base alla ns. esperienza, è ragionevolmente affidabile.

DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI PLAFORIZZAZIONE

N. m ² trattati in 8 h	Peso liquido di Plaforizzazione
50	500
100	1000
250	1500
500	3500
1000	6000
2500	15000
5000	20000

In conclusione quindi è consigliabile, per il dimensionamento ottimale degli impianti, adottare il maggiore dei due valori ottenuti con il calcolo geometrico in senso stretto della vasca e con la tabella sopra riportata.

Dopo il trattamento è preferibile che i pezzi attraversino un soffiatore funzionante ad aria a temperatura ambiente che ha lo scopo di diminuire i tempi di essiccazione, eliminare eventuali ritenzioni di liquido fosfatante e ridurre al minimo il problema di igiene ambientale conseguente all'evaporazione del solvente presente sui pezzi.

Questi soffiatori possono essere a lame d'aria o a ugelli e devono essere provvisti di un ventilatore centrifugo di soffiaggio ed un ventilatore assiale di esaurimento aventi la stessa portata in modo da evitare fughe di vapori di solvente nell'ambiente di lavoro.

I calcoli devono essere eseguiti per ottenere, sulla lama, una velocità d'aria pari a 5 m/sec.

Cenni particolari meritano gli impianti ad ultrasuoni. La tecnologia di detti impianti è oggetto di brevetti o di domande di brevetto che la ns. Società ha depositato (unitamente ad una Società partner) nella maggior parte dei Paesi Europei.

E' infatti noto che se è facile ottenere, con trasduttori ad ultrasuoni, buone cavitazioni in liquidi che presentano una temperatura prossima a quella di ebollizione, è invece difficile, con i normali trasdut-

tori, ottenere buone cavitazioni in un liquido a temperatura ambiente.

Per ovviare a questa difficoltà sono stati sviluppati particolari trasduttori che, grazie alle loro caratteristiche costruttive e alla loro potenza, garantiscono un buon livello di cavitazione fino a 1,5 m di distanza dall'elemento generatore di ultrasuoni.

Poiché gli ultrasuoni hanno una propagazione quasi rettilinea nel liquido Plaforizzante il calcolo del numero dei trasduttori e la determinazione della loro posizione nelle vasche di trattamento vengono eseguiti tenendo conto dei seguenti fattori:

- 1) Considerando il trasduttore come un generatore « sui generis » di un fascio di luce, il numero e la posizione dei trasduttori devono essere tali da « illuminare » tutto il pezzo.
- 2) Il tempo di permanenza dei pezzi da trattare nello spazio in cui è presente la cavitazione deve essere di almeno 15-20 secondi.
- 3) I trasduttori devono essere il più vicino possibile alle superfici da trattare.

I vantaggi derivanti dalla presenza di cavitazioni nelle soluzioni di Plaforizzazione si possono così riassumere:

- a) Riduzione, se necessario, del tempo totale di trattamento a 40 secondi.
- b) Eliminazione completa delle impurezze solide dovute a pulviscolo atmosferico, particelle di carbonio, particelle metalliche dovute a operazioni di taglio, foratura, ecc.
- c) Come conseguenza di b) aumento della resistenza alla corrosione grazie all'allontanamento dai pezzi di eventuali punti di discontinuità superficiale che in genere corrispondono al punto di partenza dell'azione di corrosione.

Gli aspetti economici della Plaforizzazione nei confronti di tecnologie di pretrattamento alternative sono stati esaminati in molti lavori pubblicati in letteratura o presentati in Congressi Internazionali sulle tecnologie di pretrattamento (11) (12).

Pur non essendo ns. intenzione entrare nel merito dei calcoli necessari per determinare il costo totale di trattamento dell'unità di superficie, ci preme solo riferire che il costo totale per m² trattato di questo processo di fosfatazione organica è indubbiamente

competitivo rispetto ai processi alternativi per le seguenti ragioni:

- 1) Assenza di energia termica
- 2) Potenze elettriche installate sugli impianti molto ridotte.
- 3) Gli impianti sono compatti e presentano ingombri limitati e bassi oneri di ammortamento.
- 4) Non vi è fabbisogno di acqua di rete.
- 5) Assenza di impianti di depurazione delle acque.
- 6) Ragionevole incidenza dei prodotti chimici di trattamento.

Commenteremo ora alcune diapositive.



Fig. 11 - Impianto di plaforizzazione in linea per il trattamento di particolari di macchine tessili - Tipo di finitura: polveri epossidiche.



Fig. 12 - Altra vista dello stesso impianto con in primo piano il soffiatore d'aria fredda.



Fig. 13 - Impianto di plaforizzazione in linea con ultrasuoni. Tipo di finitura: smalti a forno convenzionali.

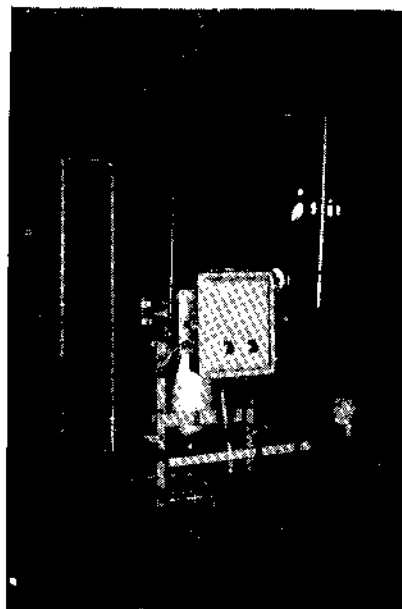


Fig. 14 - Particolare del gruppo di filtrazione continuo.



Fig. 15 - Impianto di pluforizzazione in linea di una verniciatura per conto terzi.



Fig. 16 - Impianto di pluforizzazione statico per il trattamento di macchine agricole.

CENNI SUI PROBLEMI DI SICUREZZA, IGIENE DEGLI AMBIENTI DI LAVORO ED ECOLOGICI IN GENERALE

Una trattazione anche parziale di questi problemi che faccia riferimento alla normativa Italiana ed estera richiederebbe probabilmente alcune ore di discussione. Non è facile infatti districarsi tra la « Giungla Normativa » Italiana (in particolare) ed estera.

Cercheremo quindi di essere il più possibile sintetici facendo un uso commentato della seguente tabella/Matrice.

Inquinamento	1 Ambiente di lavoro	2 Idrico	3 Atmosferico
A Sgrassaggio alcalino	Fumi	Deterg. Alcali, Metasilicati, Grassi	Fumi
B Fosfatazioni acquose	Fumi	ACidi Sali Fanghi	Fumi
C Sgrassaggio a solvente	Solventi, prodotti di dg composizione	Solventi nell'acqua del separatore	Solventi, prodotti di dg composizione
D Fosfatazione a solvente	Solventi, prodotti di dg composizione	Solventi nell'acqua del separatore	Solventi, prodotti di dg composizione
E Pluforizzazione	Solventi	/	Solventi

— A.1

TLV - U.S.A. - 1975

NaOH = 2 mg/m³

Borati, metasilicati, esametfosfati = Non determinati

Altre valutazioni

Nocività limitata per borati, metasilicati, esametfosfati (1) (2)

Normativa Italiana - Igiene del Lavoro D.P.R. 303 del 19/3/56

Visita medica trimestralmente o semestralmente (a seconda della composizione).

— A.2

Normativa Italiana - Legge 319 e successivi emendamenti

Necessità di installare impianti di depurazione.

Normativa Britannica - Control of Pollution Act. 1974

Necessità di installare impianti di depurazione.

Normativa Svizzera - Legge federale 8/10/71

Necessità di installare impianti di depurazione.

— A.3

Normativa Italiana - Legge 615 e D.P.R. 323 del 22/2/71

Caso non previsto.

Normativa U.S.A. - Rule 66

Caso non previsto.

Normativa Tedesco Federale

Caso non previsto.

Altre valutazioni

Inquinamento atmosferico moderato/elevato (2)

Si riportano corrosioni sul punto di emissione e zone circostanti (3)

— B.1

TLV - U.S.A. - 1975

Ferro, sali solubili = 1 mg/m³

Acido fosforico = 1 mg/m³

Fosfato di zinco = Non determinato

Manganese

e composti

(espressi come Mn) = 5 mg/m³

Cromati e Acido

Cromico (Cr O₃) = 0,1 mg/m³ (cancerogeno)

Altre valutazioni

Nocività elevata (2)

Nocività moderata per processi a bassa temperatura (1)

Nocività elevata per processi che contengono fluoruri (1)

Normativa Italiana - Igiene del Lavoro D.P.R. 303 del 19/3/56

Visita medica trimestrale o semestrale (a seconda della composizione).

— B.2

Normativa Italiana - Legge 319 e successivi emendamenti

Necessità di installare impianti di depurazione.

Normative Estere (Britannica e Svizzera)

Necessità di installare impianti di depurazione.

— B.3

Normativa Italiana - Legge 615 e D.P.R. 323 del 22/2/71

Caso non previsto.

Normativa U.S.A. - Rule 66

Caso non previsto.

Normativa Tedesco Federale

Caso non previsto.

Altre valutazioni

Quantità emesse elevate, nocività elevata (2).

Si riportano corrosioni sul punto di emissione e zone circostanti (3)

— C.1

TLV - U.S.A. - 1975

Trielina = 100 p.p.m.

Percloroetilene = 100 p.p.m.

1.1.1. Tricloroetano = 350 p.p.m.

Cl₂ = 1 p.p.m.

H Cl = 5 p.p.m.

Altre valutazioni

Tossicità moderata (2)

Percloroetilene = Tossicità moderata/alta (1)

Trielina = Tossicità moderata (1)

1.1.1. Tricloroetano = Tossicità modesta (1)

Normativa Italiana - Igiene del Lavoro D.P.R. 303 del 19/3/56

Visita medica trimestrale per gli addetti alle lavorazioni.

— C.2

Normativa Italiana - Legge 319 e successivi emendamenti.

La legge prevede per i solventi organici clorurati una concentrazione espressa in mg/l che non deve essere superata. L'acqua proveniente dal separatore non può essere scaricata se supera detti limiti.

— C.3

Normativa Italiana - Legge 615 e D.P.R. 323 del 22/2/71

Solventi clorurati in generale = non previsti

Cloro (Cl₂) = punta 0,2 p.p.m.

H Cl = punta 0,2 p.p.m.
media 0,003 p.p.m.

Normativa U.S.A. - Rule 66 (4)

Assumendo che i vapori vengono immessi nell'atmosfera a temperatura ambiente.

Percloroetilene : Non subisce particolari limitazioni.

Triclorina : Quantità immissibile nella atmosfera 40 lbs/giorno per max 8 lbs/ora oppure impianti di abbattimento dell'85% degli effluenti.

1.1.1. Tricloroetano: Non subisce particolari limitazioni.

Cl₂ e H Cl : Non previsti dalla legge.

Normativa Federale Tedesca

Percloroetilene : Emissioni di 6 kg/h o più - massima concentrazione negli effluvi gassosi 300 mg/m³.

Tricloroetilene : Emissioni di 3 kg/h o più - massima concentrazione negli effluvi gassosi 150 mg/m³.

1.1.1. Tricloroetano: Emissioni di 3 kg/h o più - massima concentrazione negli effluvi gassosi 150 mg/m³.

Cl₂ = 0,1 mg/m³

H Cl = 0,1 mg/m³

— D.1

Vedere C.1

— D.2

Vedere C.2

— D.3

Vedere C.3

— E.1

TLV - U.S.A. - 1975 - Valori medi

Allegato 2 - I.A.b.C.C.N.L. Ind. Chimica

Alcune versioni \approx 150 p.p.m.

Altre versioni \approx 270 p.p.m.

Normativa Italiana - Igiene del Lavoro D.P.R. 303 del 19/3/56

Visita medica trimestrale.

— E.2

Il problema non esiste.

— E.3

Normativa Italiana - Legge 615 e D.P.R. 323 del 22/2/71

Caso non previsto.

Normativa U.S.A. - Rule 66 (4)

Per alcune versioni:

Non sono previste particolari limitazioni.

Per altre versioni:

Quantità immissibile nell'atmosfera 40 lbs/giorno per max 8 lbs/ora oppure impianti di abbattimento dell'85% degli effluenti.

Normativa Federale Tedesca

Per tutte le versioni:

Emissioni di 6 kg/h o più - massima concentrazione negli effluvi 300 mg/m³.

CONCLUSIONI

La Platorizzazione non è una tecnologia miracolistica che pretende di sostituire ogni altro tipo di processo di pretrattamento dei metalli.

Tuttavia questa tecnologia è indubbiamente competitiva dal punto di vista economico e ha ormai raggiunto un buon livello di diffusione sui mercati europei.

Da un punto di vista ecologico e di igiene degli ambienti di lavoro non è immune da rischi come, d'altra parte, non lo sono, né i processi di pretrattamento ad essa alternativi, né le operazioni di verniciatura in generale.

Deve essere però precisato che lo stato attuale della tecnica è tale da consentire l'eliminazione dei pericoli di inquinamento derivanti da tutte le tecnologie di pretrattamento sopra esaminate.

E' ns. opinione che il perdurare della crisi energetica spingerà sempre di più le industrie ad utilizzare processi che comportano bassi fabbisogni di energia e quindi prevediamo un grande sviluppo della fosfatazione organica nel corso degli anni 80.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- 1) A.M. Cirfa - Manuale di Verniciatura, Vol. 2 - pag. 188-193.

- 2) D.O. Malavolti - Manuale di Verniciatura, Vol. 2 - pag. 141.
- 3) Livio Colombo - Manuale di Verniciatura, Vol. 2 - pag. 2.
- 4) A. Poluzzi - J.R. Blegen - Rivista del Colore - 10, 108 - Aprile 1977.
- 5) Manuale di Verniciatura, Vol. 2 - pag. 132-135.
- 6) Pitture e Vernici - N. 6 Giugno 1979 - pag. 209 e seguenti.
- 7) Guy Lorin - La phosphatation de metaux - Eyrolles Editeur - Paris.
- 8) V. Cupr - J.B. Pelikan - Metalloberfläche - Luglio 1965.
- 9) E. Ferraris - La Rivista del Colore - Verniciatura Industriale - Novembre 1976.
- 10) Atti Congresso Internazionale Pretrattamento Metalli - Barcellona 14-15 Marzo 1978.
- 11) Organic phosphating process - Finishing Industries - October 1979.
- 12) Phosphatation par ultrason a froid - Surfaces N. 124 - Marzo 1979.
- 13) La fosfatacion organica de los metales - Pinturas y Avabados - N. 8 - 1978.
- 14) Metaal & Kunststof - N. 24 - Novembre 1978 - pag. 40-41-42.
- 15) Organisch fosfateren - Bedrijf & Techniek - Maggio 1978.

REGISTRAZIONE DEL DIBATTITO SEGUITO ALLA CONFERENZA

RIENZO. Io avrei soltanto da chiedere una precisazione, tanto per cominciare, così gli altri hanno il tempo per pensare alle loro domande, ed è questa: da dove viene lo zinco che Lei ha dentro il film?

GUIDETTI. Avevo accennato che nel bagno di platorizzazione vi è un polifosfato. Sostanzialmente vi è un polimero che è in equilibrio con dell'acido fosforico e dei fosfati, che sono fosfati di zinco. Quindi è presente strutturalmente proprio nel polifosfato e in misura anche abbastanza rilevante.

RIENZO Dalla presentazione la cosa sfuggiva. Dall'attacco del metallo, chiaramente non si poteva prevedere, a meno che non fosse un supporto zincato, quindi.

GUIDETTI. No, no, in effetti lo ione zinco è presente nel prodotto, quindi, nel caso di zincatura è chiaro che allo ione zinco presente nel prodotto, si somma lo ione zinco proveniente dall'attacco del metallo; nel caso di ferro abbiamo, oltre allo zinco, ione ferro proveniente dall'attacco del metallo.

RIENZO. Quindi è anche abbastanza logico attendersi, da parte di questo tipo di fosfatazione, o di platorizzazione, una prestazione superiore a quella del fosfosgrassaggio a fosfati di ferro.

GUIDETTI. Sì. Il meccanismo è però completamente diverso, perché da una parte abbiamo delle formazioni cristalline inorganiche che sono dei veri e propri cristalli. Dall'altra parte c'è solo il film inorganico, sottilissimo, conseguente al primo attacco del metallo, mentre sopra vi è poi un polimero. Quindi sono due strutture completamente diverse.

RIENZO. Grazie. Io non vorrei monopolizzarla e quindi lascio la parola agli amici dell'uditorio.

ROSTI. C'è una certa compatibilità con le leghe di alluminio al silicio? Con la zama, in particolare?

GUIDETTI. Diciamo che sono due discorsi diversi. Il problema della zama, ricca di zinco, è un problema a parte e lì, in effetti, vi sono dei problemi. Nelle leghe di alluminio direi che solo in casi piuttosto rari abbiamo avuto qualche problema, sempre comunque quando è presente una percentuale di silicio abbastanza alta.

ROSTI. In che percentuale?

GUIDETTI. Dipende da lega a lega; comunque, se c'è un dubbio è sempre necessario fare dei test preliminari.

ROSTI. Lo stesso discorso vale per le resine poliestere?

GUIDETTI. Per le poveri? Lì dipende dal tipo di indurente di queste polveri; cioè, c'è un tipo di indurente che crea dei problemi, gli altri no.

ROSTI. A livello di indagine?

GUIDETTI. Se Lei vuole, le posso dare successivamente dei dati più dettagliati, per evitare di dilungarci troppo. Tra l'altro, il Dr. Ferraris è lì vicino e penso possa fornirglieli immediatamente.

BILOTTA. Quello che penso preoccupi di più tanti utenti oggi è il comportamento nel tempo di questo tipo di trattamento. L'Ing. Guidetti, mi pare che abbia parlato anche di una certa formula matematica, o di formule, di proiezione, di comportamento nel tempo. È un modo per glissare l'esperienza effettiva negli anni, o è un modo simpatico per dire: — Vi rimando ad altre cose? — Quindi la domanda riguar-

da due cose: una, il comportamento del prodotto in vasca — stabilità del prodotto in vasca —, quanto tempo, ecc., senza preoccupazioni nell'esercizio; l'altra è che cosa succede al prodotto finito e verniciato, nel tempo.

GUIDETTI. Rispondo alle due cose. Direi che è una domanda estremamente stimolante. Per quanto riguarda la stabilità del bagno nel testo ho cercato di dare delle indicazioni di calcolo, perché mi sembrava più facile, troppo ovvio, dire che le vasche sono stabili nel tempo. Le posso dire che le nostre esperienze industriali sono ormai decennali, anzi, probabilmente, le prime vasche, hanno quasi 15 anni. Ovviamente i primi anni sono stati anni di test, quindi con un numero molto limitato di impianti. Comunque attualmente vi sono centinaia di impianti e ormai sparsi in una decina di nazioni, che funzionano da tempi variabili da poche settimane a oltre dieci anni. L'esperienza è tale per cui le posso dire che problemi di instabilità nel bagno non esistono. Problemi di stabilità si possono avere limitatamente all'incremento di inquinamento al di sopra di quei livelli che io ho citato e che risultano dal testo. In altre parole: in alcuni limitatissimi casi, abbiamo dovuto intervenire presso gli utilizzatori per evitare che vi fossero dei pericoli per il prodotto, segnalando che era necessario intervenire sul processo produttivo. Il più delle volte è stato sufficiente modificare il tipo di olio usato. Per il taglio di tubi, abbiamo consigliato l'uso di olii particolarmente fluidi, che restano meno sui pezzi.

Pertanto, stabilità assolutamente tranquilla, collaudata e sperimentata su centinaia di impianti. Problemi di limite, solo se si va al di sopra di un certo livello, come in tutte le cose del mondo.

Avere la possibilità di operare permanentemente con cinque volte più dell'olio di laminazione, è comunque un coefficiente di sicurezza estremamente tranquillo. Sulla seconda domanda, nella stesura del testo, era nostra idea inserire anche delle fotografie di pezzi con prove di esposizione all'esterno, 45° Sud (Norme ASTM) aventi durata di 5 anni. La cosa non è stata poi fatta per ragioni di lunghezza del test. Le posso dire che esiste un elemento estremamente interessante per la tecnologia di platorizzazione. Abbiamo in effetti constatato che, rispetto ai dati di nebbia salina, praticamente sempre si ha, nell'esposizione all'ester-

no, un ulteriore miglioramento, per confronto, tra il sistema di platorizzazione e gli altri. Noi, a questo, abbiamo ovviamente cercato di dare una spiegazione logica, e, reputiamo che questo comportamento sia da ascrivere al fatto che alla base della platorizzazione vi è un polimero strutturalmente lineare e quindi molto elastico. Nella vita di un pezzo esposto all'esterno possono verificarsi grandinate (problemi di urto), shock termici, ecc. Queste cose, nel caso di pretrattamenti più rigidi, hanno portato, per confronto ad un comportamento peggiore. Al limite ci è capitato di constatare che in certi sistemi i dati di esposizione in nebbia salina erano sfavorevoli al ns. pretrattamento e che nell'esposizione all'esterno, dopo 5 anni di tempo, erano invece, enormemente favorevoli.

DALL'AGLIO. Volevo una informazione. Qui c'è una tabella di compatibilità con i sistemi di finitura. Forse sarebbe un pochettino più interessante una tabella di rimozione o rimovibilità da parte dei solventi, o di gruppi di solventi o di singoli solventi. Forse ne avete parlato, ma io sono arrivato a metà.

GUIDETTI. Direi che il problema è forse da vedere in modo diverso. Il ns. sistema è estremamente sottile: si parla di un paio di micron, inoltre abbiamo a che fare con una struttura polimerica, che dopo il pretrattamento diventa tridimensionale. Quindi normalmente non si hanno problemi di rimozione tali da creare problemi al film che segue.

ANONIMO. Con i prodotti all'acqua si è notato un fenomeno che forse si può ricondurre al fenomeno di prima, della stabilità, in un certo senso. Un impianto che parte con buoni risultati, intendo sempre risultati di verniciatura, nel senso di copertura degli spigoli, dei punti difficili, comportamento che si deteriora nel tempo, nella vita dell'impianto. E' una supposizione che è ancora da chiarire esattamente.

GUIDETTI. Certo, è una precisazione estremamente interessante. Le posso dire che ci sono stati degli impianti che per motivi storici hanno addirittura interrotto il funzionamento per periodi lunghi, anche dell'ordine di 6 mesi-2 anni. Quando hanno ripreso, per la platorizzazione c'è stato soltanto da riportare il secco a livello giusto. Non vi è stata cioè, nessuna variazione nel tempo. E' necessario tuttavia, come già detto, controllare il livello di inquinamento da oli.

FERRARIS. Mi premeva soltanto aggiungere una

cosa. Forse la domanda del Sig. Dall'Aglio tendeva a mettere in evidenza il problema della copertura del film... (Il Sig. Ferraris parla fuori microfono ed è invitato dal Moderatore al tavolo della presidenza)... Una cosa abbastanza importante da mettere in luce, più che l'inquinamento del bagno, era il fatto che la nostra tecnologia è una tecnologia che involve un mezzo essenzialmente acido. Di conseguenza, al momento dell'immersione dei pezzi nella vernice idrosolubile, il pezzo deve essere assolutamente asciutto, ossia non deve contenere né gocce né tracce di acidità. In caso contrario l'introduzione di acidità va a neutralizzare l'ammina dell'idrosolubile e si hanno fenomeni di precipitazione e di scarsa solubilità in acqua che poi portano a quegli inconvenienti che Lei ha citato prima. In molti impianti che funzionano con idrosolubili, faccio riferimento per esempio ad impianti che trattano porte basculanti, noi consigliamo, anche se non è stato evidenziato dal testo, una piccola sezione di essiccazione con aria a 70-80 °C. Questo per essere sicuri che i gruppi acidi reagiscano completamente col metallo e quindi non si abbia un trasporto continuo di piccole quantità di sostanza acida nel bagno idrosolubile che, a lungo andare, si mangiano l'ammina.

RIENZO. Lei ha parlato di spessori estremamente sottili, due micron. Che controlli ci sono sull'effettiva conduzione della vasca, assimilando questo tipo di fosfatazione alle fosfatazioni tradizionali? Esistono controlli dei bagni? Voi, al di là del controllo dell'inquinante, non avete controlli o quali sono questi controlli?

GUIDETTI. Credo che sia emerso da quanto detto, che i problemi di gestione di questi sistemi, sono nettamente inferiori rispetto a quelli che si hanno con i sistemi tradizionali. E' necessario comunque avere dei controlli e direi che, tra l'altro, sono per noi prassi usuale. I controlli normali riguardano alcuni parametri che sono i principali. Inoltre controlli più dettagliati vengono fatti soltanto in caso di necessità.

E' importante la verifica del pH, perché è chiaro che altrimenti non si verrebbe più ad avere quel fenomeno di attacco di cui si è parlato.

Quando si può avere un cambiamento (innalzamento) del pH? Di solito in casi piuttosto eccezionali, per esempio quando vi è una presenza massiccia di trucioli, limature e cose del genere. Noi consigliamo, per questo di inserire un doppio fondo nella vasca, per poter fare una o due volte all'anno, a seconda dei casi, l'estrazione ed eliminazione di queste parti metalliche cadute. E' inoltre possibile ed abbastanza tipico, negli impianti industriali, la caduta di un pezzo nella vasca, se quello successivo non urta con quello caduto il pezzo non viene estratto per mesi. La presenza permanente di ferro, chiaramente, causa un consumo della parte acida e quindi una modificazione della possibilità del funzionamento del sistema.

Controllo della quantità di secco, perché è evidente che altrimenti si possono avere dei difetti abbastanza importanti dovuti a sovrassessori, evidenziati poi dalla finitura. Vi è poi il già citato controllo dell'inquinamento da inquinanti oleosi. Direi che questi sono i controlli standard. Poiché gli impianti funzionano a temperatura ambiente, non vi sono problemi di regolazione termica.

RIENZO. Temperatura ambiente, che cosa vuol dire? che lavora in modo uguale a 20 o a 10 o a 5°?

GUIDETTI. Oggettivamente devo dire che non vi sono grossi problemi per la plafiorizzazione. E' chiaro però che non si deve lavorare vicino allo zero, perché nell'evaporazione possiamo avere condensazione di acqua. Ci sono le limitazioni che conosciamo tutti.

RIENZO. Ma anche come tempi di attacco al metallo...

GUIDETTI. Chiaramente, più scendiamo di temperatura più i tempi si allungano. Le differenze non sono però molto rilevanti. Viceversa direi che ci sono delle differenze nei tempi di essiccazione, che sono nettamente più importanti.