

THE GREEN ALTERNATIVE. ATMOSPHERIC PRESSURE PLASMA DISPLACES THE USE OF CHEMICALS IN THE PRECLEANING OF ALUMINIUM COILS

L'Alternativa Verde. Il plasma a pressione atmosferica sostituisce l'utilizzo dei prodotti chimici nel lavaggio di nastri in alluminio

Inès A. Melamies,
Blue Rondo International

By means of a process unique anywhere in the world "Openair®" atmospheric-pressure plasma technology has made the breakthrough in a Swiss coil coating plant of displacing all chemical precleaning processes and has established a model role in environmental protection. Corrosive attack on surfaces, residual contaminants in rolling oils and the energy-intensive and environmentally polluting pre-treatment processes used up to now to address this situation are the most common problems in the processing of aluminium. By means of Openair® atmospheric-pressure plasma technology from the

Avvalendosi di un processo unico al mondo nel suo genere la tecnologia al plasma a pressione atmosferica "Openair®" ha fatto breccia in un impianto svizzero di coil coating sostituendo tutti i processi chimici di lavaggio, e si è affermata come modello di riferimento per la protezione dell'ambiente. L'attacco della corrosione sulle superfici, i contaminanti residui negli olii di laminazione e i processi di pretrattamento ad alto consumo di energia e inquinanti per l'ambiente utilizzati fino ad oggi, costituiscono in questo settore i problemi più comuni nella lavorazione dell'alluminio. Attraverso la tecnologia al plasma atmosferico

system developer Plasmatrete, Steinhagen, in collaboration with the Swiss company Griesser AG, Aadorf (fig. 1), and the research institute NanoCraft, Engen, a process was developed and put into operation for the first time whose use completely eliminates these problems.

Plasma technology brings about the microfine cleaning of aluminium coil prior to application of the conversion layer and the subsequent painting process. In doing so it completely replaces environmentally polluting wet-chemical processes in the precleaning operation.

WHAT IS PLASMA?

Plasma is based on a simple physical principle. As a result of input of energy the states of matter change: solid becomes liquid and liquid turns to gas. If further energy is now supplied to a gas it becomes ionized, i.e. the electrons are given more kinetic energy and leave their atomic shells. Free electrons, ions and molecular fragments are formed. Plasma is produced.

Due to its instability, however, this “fourth state of matter” can scarcely be used at normal atmospheric pressure (fig. 2). The Openair® atmospheric-pressure plasma technology developed and patented by Plasmatrete GmbH, Germany, in 1995 opened up new opportunities. By developing and using plasma jets it became possible to integrate this state of matter - scarcely used until then in industry – into production processes and thus make plasma usable “in-line” in industry under normal atmospheric conditions



1

Openair®, sviluppata da Plasmatrete, Steinhagen, in collaborazione con l'azienda svizzera Griesser AG, Aadorf (fig. 1), e l'istituto di ricerca NanoCraft, Engen, è stato messo a punto e posto in essere per la prima volta un processo la cui implementazione elimina completamente questi problemi. La tecnologia al plasma produce una pulizia microfine del nastro di alluminio prima dell'applicazione del film di conversione e della successiva vernice. Facendo questo, essa sostituisce completamente, nelle operazioni di pretrattamento, i cicli umidi chimici inquinanti per l'ambiente.

CHE COS'È IL PLASMA?

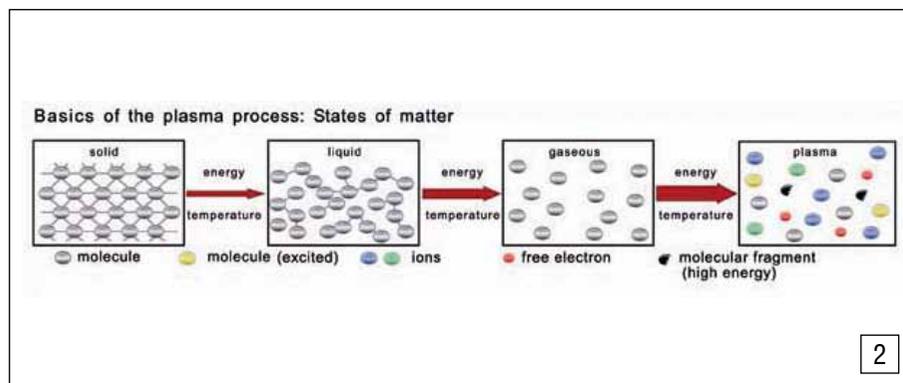
Il plasma si basa su un semplice principio fisico. A seguito di un impulso di energia lo stato della materia cambia: ciò che è solido diventa liquido, ciò che è liquido diventa gas. Se viene fornita ulteriore energia a un gas, questo si ionizza, ossia gli elettroni ricevono maggiore energia cinetica e abbandonano il loro guscio atomico. Si formano elettroni liberi, ioni e frammenti molecolari. Si crea il plasma. A causa della sua instabilità, comunque, questo “quarto stato della materia” può difficilmente essere utilizzato alla normale pressione atmosferica (fig. 2). La tecnologia Openair® al plasma a pressione atmosferica, sviluppata e brevettata da Plasmatrete GmbH, Germania, nel 1995, ha aperto nuove opportunità. Attraverso lo sviluppo e l'utilizzo di getti di plasma diviene possibile integrare questo stato della materia – fino ad oggi raramente utilizzato nell'industria – all'interno di processi produttivi e quindi rendere il plasma utilizzabile “in-linea”, in condizioni atmosferiche

1 - In the new 49 m long coil coating installation at Griesser the use of wet chemicals in the precleaning process was completely eliminated. Photo: Plasmatrete

1 - Nel nuovo impianto di coil coating lungo 49 m presso la Griesser è stato completamente eliminato l'utilizzo di prodotti chimici nel processo di pretrattamento. Foto: Plasmatrete

2 - Diagram: Plasmatrete 4th state of matter

2 - Diagramma: Plasmatrete Il 4° stato della materia



2

for the pretreatment of the surfaces of materials. On contact with the surfaces the additional energy supplied is transferred to them and so is available for subsequent reactions.

In this way surfaces are produced which have ideal properties for coating, painting, printing, adhesive bonding or foaming.

THE VISION

Griesser AG, based in Aadorf/Switzerland is one of the leading suppliers of roller blinds and roller shutters throughout Europe. One of its success factors is the technical capability to produce roller blinds and roller shutters in 1,000 colours with absolutely constant quality. The former project leader for coil coating had long been preoccupied with the idea of how he could increase the process reliability of the coating operation in a new plant incorporating pretreatment and at the same time make it more environmentally friendly. It was clear that such a new coil coating plant would have to be shorter because there was no space in the works for a conventional wet-chemical pretreatment line more than 60 meters long. In 2001 the project leader became aware of the then still very new Openair® atmospheric-pressure plasma process from the German company Plasmatrete GmbH.

This in-line cleaning technology needs only air and electric power and gets by without any chemicals. The thought of the opportunities and advantages which this innovative technology would bring to his planned project would not leave him in peace. Above all the reduction in the number of process steps and the high level of environmental friendliness of a future coil coating process fascinated him.

By using the atmospheric-pressure plasma system the traditional six operations in the cleaning process: *prerinsing > scouring/degreasing (alkaline) > rinsing > rinsing > application of conversion coating (no-rinse process) > drying* would be reduced to just three work steps: *precleaning with plasma > application of the conversion coating (no-rinse process) > the drying process.*

normali per il pretattamento delle superfici dei materiali. Al contatto con le superfici, l'energia aggiunta fornita si trasferisce a loro ed è quindi disponibile per reazioni successive. In questo modo si creano superfici con caratteristiche ideali per il rivestimento, la verniciatura, la stampa, l'incollaggio o la schiumatura.

LA VISIONE

Griesser AG, situato ad Aadorf/Svizzera, è uno dei più importanti fornitori di tapparelle e serrande in Europa. Uno dei fattori del suo successo è la capacità tecnica di produrre avvolgibili e serrande in 1.000 colori diversi e con una qualità assolutamente costante.

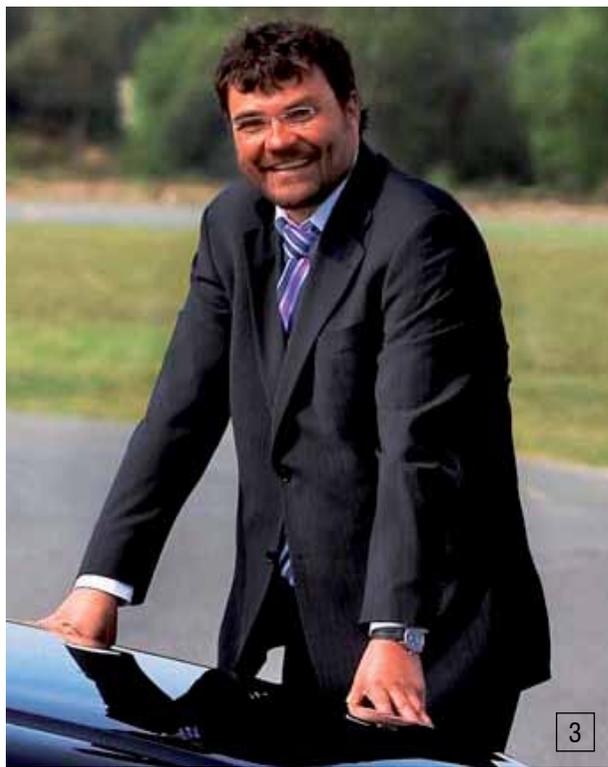
Il precedente responsabile per il coil coating era stato a lungo preoccupato dall'idea di come poter accrescere l'affidabilità di processo dell'operazione di verniciatura in un nuovo impianto, incorporando il pretattamento e allo stesso tempo diminuirne l'impatto ambientale.

Era chiaro che un tale nuovo impianto di coil coating avrebbe dovuto essere più corto perché non c'era spazio sufficiente nello stabilimento per una linea di pretattamento tradizionale chimico più lunga di 60 metri.

Nel 2001 il direttore di progetto venne a conoscenza dell'ancora nuovissimo processo Openair® con plasma a pressione atmosferica dell'azienda tedesca Plasmatrete GmbH.

Questa tecnologia di pulizia in linea necessita solo di aria ed energia elettrica e funziona senza alcun prodotto chimico.

Utilizzando il sistema a plasma atmosferico le tradizionali sei fasi del processo di pretattamento – pre-risciacquo > lavaggio/sgrossaggio (alcalino) > risciacquo > risciacquo > conversione (processo no-rinse) > asciugatura si sarebbero ridotte a sole tre fasi di lavoro: prelavaggio con plasma > conversione (processo no-rinse) > asciugatura.



In Christian Buske, Managing Partner and CEO of Plasmatreat, and responsible for the worldwide expansion of his technology, Griesser found an associate who was just as committed as they were and was immediately prepared to explore new territory and jointly investigate the integration of plasma pretreatment in Griesser's new painting line (fig.3). Plasmatreat holds a patent for the process by means of which the customary cost-intensive chemical cleaning processes to free materials of oils and grease and hence ensure good adhesion of coatings are rendered unnecessary. The sheet metal webs are now cleaned not only in environmentally friendly manner but also very economically. The innovative technique effects ultrafine cleaning and highly activates the most varied surfaces so that paints, inks or adhesives can adhere in optimum fashion.

POTENTIAL-FREE PLASMA BEAM

The process is based on a jet principle. The systems operate at atmospheric pressure and with the aid of an electric arc ignited in the jet and the operating gas, air, generate a plasma which flows



In Christian Buske, socio e CEO di Plasmatreat, responsabile per l'espansione a livello mondiale della tecnologia, Griesser ha trovato un partner dedito quanto l'azienda e subito pronto a esplorare nuovi territori e a indagare insieme la possibilità di integrare il pretrattamento al plasma nel nuovo impianto di verniciatura di Griesser (Fig.3). Plasmatreat possiede un brevetto per il processo che rende inutile l'impiego del ciclo chimico ad alto consumo energetico del cliente, necessario per liberare i materiali da olii e grassi e per garantire così la buona adesione della vernice. Le griglie di fogli metallici vengono oggi pulite a basso impatto ambientale ma anche in modo molto economico. Gli effetti di questa tecnologia innovativa sono una pulizia micro fine e un'attivazione molto elevata delle più diverse superfici in modo che vernici, inchiostri ed adesivi possano aderire al meglio.

RAGGIO AL PLASMA A POTENZIALE ZERO

Il processo si basa sul principio del getto. Il sistema opera a pressione atmosferica e, con l'aiuto di un arco elettrico acceso nel getto e il gas operativo, l'aria, genera un plasma che scorre

3 - Photo: Ralph Richter
In Plasmatreat's CEO, Christian Buske, Griesser found a man with the courage to break new grounds.

3 - Foto: Ralph Richter
Nel CEO di Plasmatreat, Christian Buske, Griesser ha trovato un uomo con il coraggio di intraprendere nuove imprese.

4 - Photo: Plasmatreat
The electrically neutral plasma beam allows microfine cleaning, high activation and nano-coating of surfaces. Differently shaped nozzles allow custom made applications.

4 - Foto: Plasmatreat
Il raggio di plasma elettricamente neutro consente una pulizia microfine, un'attivazione elevata e il nano-rivestimento delle superfici. Ugelli dalle forme differenti consentono applicazioni su misura.

with nearly sonic speed onto the surface to be treated. It contains particles that are sufficiently excited to initiate selective effects on the surface. A particular feature is that the emergent plasma beam is electrically neutral which greatly extends and simplifies its possible applications (fig.4, previous page).

In summary the Openair® process brings about the effects listed below.

- **Activation:** It activates the surface by means of selective oxidation processes and increases surface tension by a significant factor. The consequence is increased surface wettability and the formation of reactive surfaces. In this way many surfaces are first made receptive for process steps such as coating, printing or adhesion.
- **Discharge:** In technical terms a plasma state is described as an electrically conductive gas. When the zero-potential plasma beam strikes the surface the electric charge carriers on the electrostatically charged workpiece can flow to earth. In this way the surface is electrostatically discharged.
- **Cleaning:** The plasma flowing at high speed onto the surface brings about dedusting or degreasing, ultrafine cleaning and neutralization of metals, plastics, ceramics and glass.
- **Coating:** By adding a precursor selective nanocoatings can be applied in-line. Individual adaptation of the surfaces to the requirements of the product properties needed later is made possible in this way.

Due to its broad application potential atmospheric-pressure plasma technology is one of the key technologies in surface treatment.

The jets developed by Plasmatreteat can be employed on the most varied geometries.

They are compatible with robots and can be integrated at any time into a new or already existing production line.

THE RESEARCH

The venture that Griesser decided to embark upon, however, required some further research work. Thus, the process had to be developed further before plasma cleaning functioned at least as effectively

con una velocità quasi sonica fin sulla superficie da trattare. Contiene particelle che sono sufficientemente eccitate per dare inizio a effetti selettivi sulla superficie.

Una peculiarità è che il raggio di plasma che emerge è neutro a livello elettrico il che espande e semplifica di molto le possibili applicazioni (fig.4, a pagina precedente). Riassumendo, il processo Openair® porta con sé gli effetti elencati qui di seguito.

- **Attivazione:** attiva la superficie attraverso un processo di ossidazione selettiva e migliora significativamente la tensione superficiale. La conseguenza è un'accresciuta bagnabilità superficiale e la formazione di superfici reattive. In questo modo molte superfici sono innanzitutto rese ricettive per le fasi di trattamento seguenti, quali verniciatura, stampa o adesione.

- **Scarica:** in termini tecnici il plasma è descritto come un gas elettricamente conduttivo. Quando il raggio di plasma con potenziale zero colpisce la superficie, i vettori di carica elettrica sul pezzo caricato elettrostaticamente possono fluire a terra. In questo modo la superficie viene scaricata elettrostaticamente.

- **Pulizia:** il plasma che fluisce ad alta velocità sulla superficie provoca la depolverazione o lo sgrassaggio, la pulizia microfine e la neutralizzazione di metalli, materiali plastici, materiali ceramici e vetro.

- **Verniciatura:** aggiungendo un precursore, nanovernici selettive possono essere applicate in linea. In questo modo è reso possibile l'adattamento individuale delle superfici ai requisiti delle proprietà del prodotto necessarie a posteriori.

Grazie alla sua vasta potenzialità di applicazione la tecnologia al plasma atmosferico è una delle tecnologie chiave nel trattamento delle superfici.

I getti sviluppati da Plasmatreteat possono essere impiegati per le più svariate geometrie. Sono compatibili con qualsiasi tipo di robot e possono essere integrate in qualsiasi momento in una linea produttiva nuova o già esistente.

LA RICERCA

L'avventura in cui Griesser aveva deciso di imbarcarsi, comunque, richiedeva un ulteriore lavoro di ricerca. Quindi, il ciclo doveva essere ulteriormente sviluppato prima che la pulizia al plasma funzionasse

chemical cleaning process previously used. The same was the case for reliable adhesion of the subsequently applied coatings. Griesser decided to commission the contract research company NanoCraft to conduct a study on the subject of "Plasma-treated aluminium sheet". As an offshoot of the Max Planck Institute for Colloid Chemistry and independent provider of research services NanoCraft is equipped with expensively developed methods in scanning probe microscopy. It is therefore able to image surfaces both conventionally, that is topographically and elastically, and chemically with sensitivity down to molecular resolution. NanoCraft carried out the testing of the systems developed by Plasmatreteat for cleaning and treating the aluminium coils at Griesser.

THE RESULT

Under the leadership of its Managing Director, Dr. Sabri Akari, NanoCraft demonstrated that atmospheric-pressure plasma can be deployed in series production, brings about adequate pretreatment and so is suitable for cleaning and activating surfaces for coil coating. In the tests conventional chemical pretreatment was used as a reference system.

Taking account of the material plasma parameters to be optimised (plasma focus, intensity or energy input level) the plasma system proved to be distinctly superior to conventional pretreatment methods.

The results obtained not only proved the applicability and high effectiveness of atmospheric-pressure plasma, but also in all respects the process achieved significantly better results than the chemical reference treatment.

Since structural elements for the exterior facades of buildings are later manufactured from the aluminium coils the Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie (FEM; Research Institute for Noble Metals and Metal Chemistry), under the leadership of Dipl.-Ing. Judith Pietschmann,

efficacemente quanto il ciclo chimico usato in precedenza. Lo stesso per ottenere un'adesione affidabile della vernice applicata successivamente. Griesser decise così di commissionare alla società di ricerca NanoCraft di condurre uno studio sulle "lastre di alluminio trattato con plasma". In qualità di ramo dell'Istituto Max Planck per la Chimica Colloidale e in qualità di fornitore indipendente di servizi di ricerca, NanoCraft dispone dei più costosi metodi sviluppati in microscopia a scansione di sonda. È quindi in grado di pensare superfici sia convenzionalmente, cioè topograficamente ed elasticamente, che chimicamente con una sensibilità fino alla risoluzione molecolare. NanoCraft ha condotto dei test del sistema sviluppato da Plasmatreteat per la pulizia e il trattamento dei coil di alluminio presso la Griesser.

I RISULTATI

Sotto la guida del suo direttore generale, il dr. Sabri Akari, NanoCraft ha dimostrato che il plasma atmosferico può essere impiegato in produzioni in serie, produce un adeguato pretrattamento ed è quindi adatto per la pulizia e l'attivazione delle superfici per il coil coating. Nei test il pretrattamento chimico convenzionale è stato usato come sistema di riferimento.

Prendendo in considerazione i parametri materiali del plasma da ottimizzare (il punto focale del plasma, l'intensità o il livello di apporto di energia), il sistema al plasma ha dimostrato di essere chiaramente superiore ai metodi tradizionali di pretrattamento. I risultati ottenuti non solo provano l'applicabilità e l'elevata efficienza del plasma a pressione atmosferica, ma anche che il processo ha raggiunto, in tutti gli aspetti, risultati significativamente migliori rispetto al trattamento chimico di riferimento.

Dal momento che gli elementi strutturali per le facciate esterne degli edifici sono prodotte a posteriori a partire dai coil di alluminio il Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie (FEM; Istituto di Ricerca per Metalli Nobili e Chimica dei Metalli), sotto la guida del Dipl.-Ing. Judith Pietschmann,

EUROMASK®

RISOLVIAMO OGNI PROBLEMA
DI MASCHERATURA



SINCERT
Qualitäts-Zertifikat

www.euromask-shop.com

prodotto da
FINISHING GROUP S.r.l.
Via Legnano, 1000
21040 Uboldo (VA) - Italia
n° verde 800.029.466
Tel. +39 02 96780055 - Fax +39 02 96782993
e-mail: **info@euromask-shop.com**

investigated the corrosion resistance of the finished parts in a 1,000 hour acetate salt spray test carried out in accordance with GSB.

After the test the plasma-treated coils exhibited neither infiltration of the paint nor the least sign of corrosion.

At the end of December 2006 construction of the 49 m long coating line was started, and production began in June 2007.

A MILESTONE IN INDUSTRIAL ENGINEERING

The development lead time for the new plant costing 5 million Swiss Francs from the initial idea of running the cleaning installation in-line to start-up was about five years.

At the same time due to the use of the Openair® plasma process the speed of the plant has quadrupled in comparison with the old plant.

Viewed in retrospect an astonishingly simple solution was found for the arrangement of the plasma jets: 24 jets per coil side (fig.5, next page) arranged in offset manner achieve a hydrophilic activated surface having a wetting angle of 15 to 28 degrees (fig.6, next page).

As a result of this the subsequently applied conversion layer can bind to the surface in optimum fashion.

The jet system may also be employed at any time in large-scale installations. By multiplying the number of jets it can in principle be used for any width of coil.

The use until today unique anywhere in the world of atmospheric-pressure plasma technology in the coil coating process has a major impact on the conservation of the environment.

The computer-controlled Plasmatreat installation measuring only 2 m x 1.50 m (fig.7, next page) replaces at Griesser a 60 m long cleaning line.

This means that, depending on the degree of soiling of the coils in the Griesser factory, large volumes of chemicals and 800 tons/month of effluent could be avoided with immediate effect. Since in the precleaning process no waste is produced at all the otherwise customary

ha indagato la resistenza alla corrosione delle parti finite in 1.000 ore di nebbia salina, un test condotto in base alle specifiche GSB. Dopo la prova, il coil trattato con plasma non mostrava né infiltrazione della vernice né il minimo segno di corrosione.

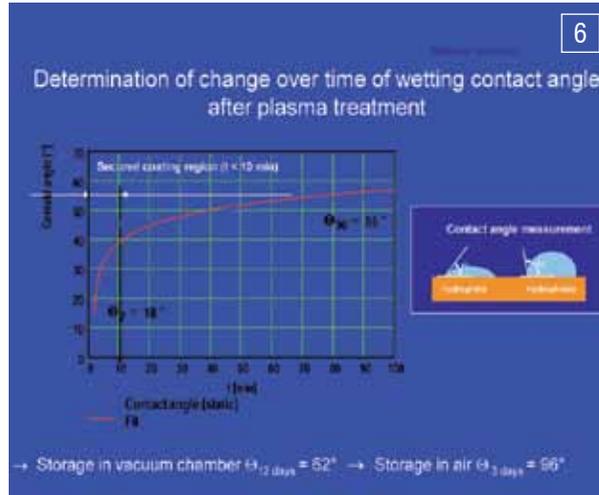
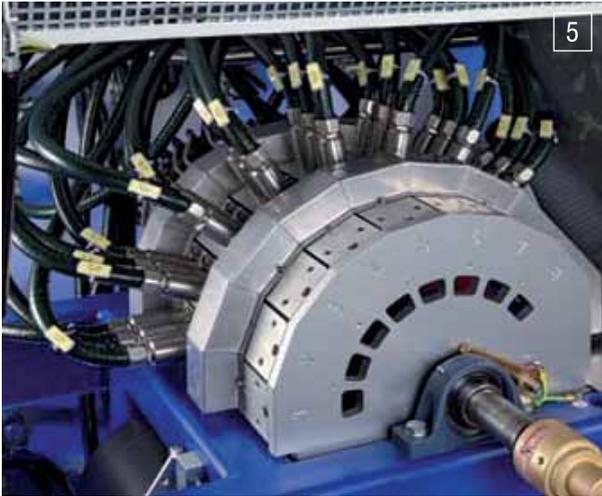
Alla fine di dicembre 2006 fu iniziata la costruzione di una linea di verniciatura lunga 49 m, e la produzione ebbe inizio nel giugno 2007.

UNA PIETRA MILIARE NELLA PROGETTAZIONE INDUSTRIALE

La tempistica di sviluppo richiesta per il nuovo impianto, dal valore di 5 milioni di franchi svizzeri, dall'idea iniziale di integrare in linea l'impianto di pulizia fino allo start-up, fu di circa cinque anni. Allo stesso tempo, grazie all'utilizzo del processo Openair® al plasma la velocità dell'impianto si è quadruplicata rispetto al vecchio impianto.

Vista in retrospettiva fu trovata una soluzione sorprendentemente semplice per la composizione dei getti di plasma: 24 getti per ogni lato del coil (fig.5, a pagina seguente) predisposti in modo offset realizza una superficie attivata idrofila, avente un angolo di bagnabilità dai 15 ai 28 gradi (fig.6, a pagina seguente). Come conseguenza di ciò lo strato di conversione applicato può legarsi ottimamente alla superficie. Il sistema a getto può essere impiegato in qualsiasi momento su impianti a larga scala. Moltiplicando il numero di getti, la tecnologia può essere in teoria utilizzata per coil di qualsiasi larghezza.

L'utilizzo, fino ad oggi unico al mondo, della tecnologia al plasma atmosferico nel processo coil coating ha un impatto importante sulla protezione dell'ambiente. L'impianto Plasmatreat controllato dal computer misura solo 2 m x 1,50 m (fig.7, a pagina seguente) e sostituisce in Griesser una linea di lavaggio lunga 60 m. Ciò significa che, a seconda del grado di sporco dei coil nell'azienda Griesser, si possono evitare, con effetto immediato, grosse quantità di prodotti chimici e 800 ton/mese di effluenti. Allo stesso modo dal momento che nel processo di pretrattamento non si produce alcun refluo,



neutralisation, i.e. waste water treatment, is also rendered unnecessary.

In the piece coating plant alone this gave rise to 20 tons of filter cake (requiring special disposal) per annum.

Employees value the bright and environmentally friendly working conditions, for in comparable plants using wet-chemical pretreatment noxious vapours and high temperatures in the workshop are not unusual.

While with the old plant 400 tons of aluminium coil could be processed every year, the volume is now more than 800 t pa (fig. 8).

The enormous cost savings and the measures which conserve the environment set the highest standards for the entire coil coating sector throughout the world.

la neutralizzazione altrimenti abituale, ossia il trattamento delle acque, diviene parimenti inutile. Nel solo impianto di verniciatura, essa originava 20 t annue di materassino filtrante (che richiedevano uno smaltimento speciale). I dipendenti apprezzano le condizioni di lavoro positive e a basso impatto ambientale, poiché negli impianti simili che utilizzano prodotti chimici di pretrattamento sono comuni i vapori nocivi e le elevate temperature negli stabilimenti. Mentre con il vecchio impianto si potevano trattare 400 t di coil di alluminio ogni anno, il volume oggi è superiore alle 800 t annue (fig. 8). Gli enormi risparmi di costo e le misure che proteggono l'ambiente hanno dettato i più alti standard nel mondo per l'intero settore del coil coating.

5 - Photo Plasmatreat
A total of 48 plasma jets ensure ultrafine cleaning on both sides of the aluminium sheet before it is fed to the chemcoater and from there on to the double-sided painting installation

5 - Foto: Plasmatreat
Un totale di 48 getti di plasma assicurano la pulizia microfina di entrambi i lati del foglio di alluminio prima che esso sia inviato al chem-coater e da lì all'impianto di verniciatura bilaterale.

6 - Chart: Griesser AG
The chart shows that by means of Openair plasma a very small wetting contact angle and hence a very good hydrophilic substrate surface is obtained.

6 - Grafico: Griesser AG
Il grafico mostra come, attraverso il plasma Openair, si ottenga un angolo di contatto molto piccolo e una superficie del substrato altamente idrofila.

7 - Plasmatreat
A world unique plasma application in the coil coating process: The Openair atmospheric-pressure plasma installation only 2 m long replaces a 60m long cleaning line.

7 - Plasmatreat
Un mondo applicazione plasma unico nel processo coil coating: il plasma Openair pressione atmosferica installazione solo 2 m sostituisce lungo una linea di 60 metri di pulizia lungo.

8 - Griesser: The plasma cleaning and activation ensure the strong adhesion of the paint on the aluminium sheet.

8 - Griesser: la pulizia al plasma e l'attivazione assicurano una forte adesione della vernice sul foglio di alluminio.