

The Green Alternative - composite pretreatment with atmospheric plasma

Inès A. Melamies, specialized journalist



Fig.1 - Carbon-fibre reinforced plastics are being used ever more frequently in key parts. Atmospheric pressure plasma removes the mould release agents left behind after this process
I composiri rinforzati con fibra di carbonio sono sempre più utilizzati per importanti componenti. Il plasma a pressione atmosferica rimuove gli agenti di rilascio dello stampo

For achieving safe and long-time stable adhesion of bondings and coatings and an immaculate appearance of paints and imprints on aircraft composite materials,

atmospheric pressure plasma has become the green and cost saving pretreatment alternative to conventional methods. (Fig. 1) In 1995, Plasmatreat, today's

market leader in atmospheric plasma jet technology, had developed a new process by the name of Openair-Plasma: by inventing and using plasma nozzles it became possible for the first time to make plasma usable for large-scale pretreatment of material surfaces under normal atmosphere. (Fig. 2)

The plasma jet process allows for microfine cleaning, strong activation and even functional nanocoating of material surfaces and consequently for long-time stable adhesion of paints and adhesives. The process is secure and reproducible. It is characterized by a threefold action: it activates a surface by selective oxidation processes, eliminates static charge and brings about

microfine cleaning. Trials have demonstrated that surface energy values of over 72 dyne (mJ/m^2) are achievable when pre-treating plastic materials with this process. The result: not only previously incompatible substrates can be bonded but also adhesion of water-based adhesive or paint systems on very adhesive-resistant surfaces thereby becomes possible. The system can be implemented into new or existing production lines and is compatible without restriction with robots.

In addition, the process is cost-effective in operation and environmentally friendly because the nozzles are operated solely by air and electricity. (Fig. 3)

One special feature of the plasma

L'alternativa "verde" - il pretrattamento dei compositi con il plasma atmosferico

Inès A. Melamies, specialized journalist

Per ottenere un'adesione stabile a lungo termine e sicura nelle operazioni di incollaggio e nei rivestimenti, oltre a proprietà estetiche massime nelle pitture e nelle stampe su materiali compositi per aerei, il plasma a pressione atmosferica è ormai la forma di pretrattamento alternativa, verde e a bassi costi alle tecniche convenzionali. (Fig. 1)

Nel 1995, Plasmatreat, attualmente leader sul mercato della tecnologia del plasma atmosferico ha sviluppato un nuovo processo denominato Openair-Plasma. Inventando e utilizzando gli ugelli al plasma è stato possibile, per la prima volta, adattare il plasma alle attività di pretrattamento su larga scala delle

superfici in condizioni atmosferiche ordinarie. (Fig. 2)

Il processo al plasma consente una pulitura microfine, la forte attivazione e persino il rivestimento funzionale su scala nanometrica dei materiali superficiali e, di conseguenza, l'adesione stabile e a lungo termine di pitture e adesivi. Il processo è sicuro e riproducibile. È caratterizzato da una triplice azione: attiva la superficie mediante un processo di ossidazione selettiva, elimina la carica statica e garantisce una pulitura perfetta. Le prove hanno dimostrato che i valori relativi all'energia superficiale pari a più di 72 dyne (mJ/m^2) sono ottenibili pretrattando i materiali in plastica con questo processo. Il

risultato è che non solo i substrati, che un tempo erano incompatibili, possono ormai essere incollati, ma anche che è ormai possibile l'incollaggio degli adesivi a base acquosa o delle pitture su superfici refrattarie all'adesivo. Il sistema può essere applicato nelle linee di produzione nuove e vecchie ed è perfettamente compatibile con i robot.

Inoltre, il processo non comporta alti costi ed è ecocompatibile perché gli ugelli sono attivati esclusivamente con l'aria e l'elettricità. (Fig. 3)

Una caratteristica speciale del processo al plasma è che il fascio al plasma è a carica neutra, estendendo e semplificando la serie delle applicazioni possibili. L'intensità è così alta

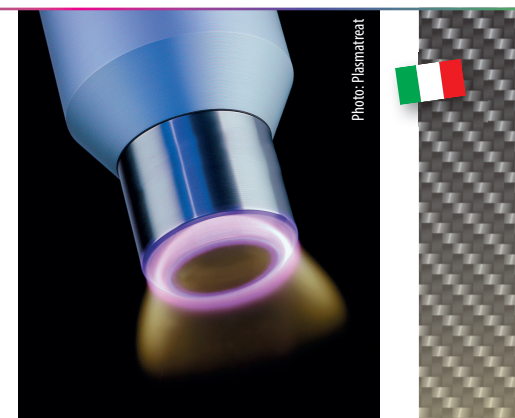


Fig. 2 - Openair-Plasma allows for microfine cleaning, strong activation and functional nanocoating of material surfaces.
Operair-Plasma consente una pulitura microfine, l'attivazione e il rivestimento funzionale su scala nanometrica delle superfici dei materiali

che quando vengono utilizzati singoli ugelli fissi, è possibile raggiungere una velocità di processo pari a diverse centinaia di metri per minuto. Oltre ai getti individuali, per il pretrattamento di aree superficiali

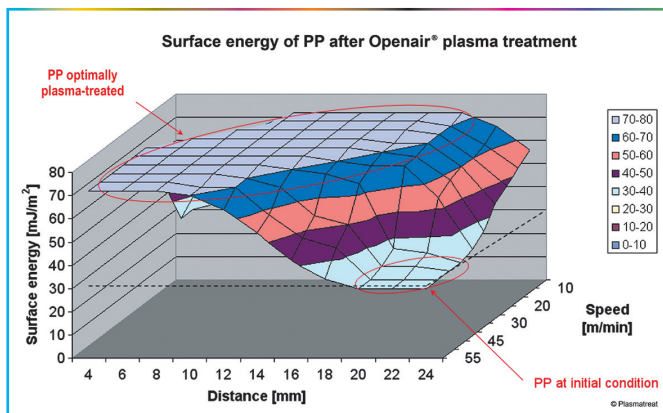


Fig. 3 - The figure shows a non-polar plastic surface that was pretreated as a function of distance and speed with plasma. Treatment renders the surface polar and the surface energy rises to >72 dyne (mJ/m²) with a large process window

La figura mostra una superficie plastica non-polare pretrattata in funzione della distanza e della velocità con il plasma. Il trattamento rende la superficie polare e la tensione superficiale aumenta a > 72 dyne (mJ/m²) con notevole variabilità di processo

process is that the emergent plasma beam is electrically neutral, which greatly extends and simplifies the range of possible applications. Its intensity is so high when using stationary individual nozzles, processing speeds of several hundred meters per minute can be achieved.

Apart from the single jets whole rotary systems are also available for pretreating relatively large surface areas. Depending on the application they contain a number of plasma generators which rotate at very high speed.

Depending on the diameter and arrangement of the plasma jets areas, such as lightweight composite panels, up to 3,000 mm wide can be treated in a single pass. Plastic surfaces only heat to $\Delta T < 30^\circ\text{C}$ during treatment.

Potential applications in aviation and aerospace engineering

The plasma process, proven over a number of years in different sectors of the industry, is currently undergoing intensive testing in the aircraft construction indu-

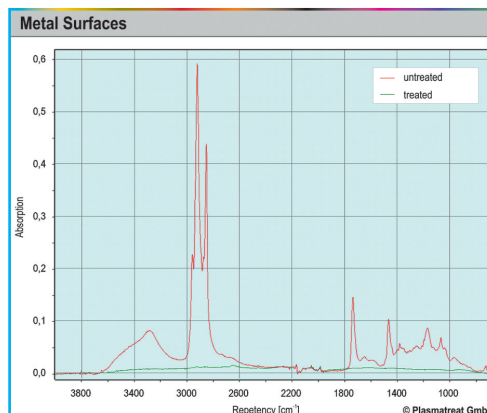


Fig. 4 - Infrared spectroscopy measurement. In the course of the fine cleaning of metal surfaces Openair plasma removes all impurities and organic contaminants such as grease and oils as well as water adhering to the boundary layer.

(red = untreated, green = plasma-pretreated)

Misure spettroscopiche agli infrarossi. Durante il processo di pulitura fine delle superfici di metallo il plasma Openair rimuove tutte le impurità e i contaminanti organici come i lubrificanti e gli oli oltre all'acqua che aderisce allo strato esterno (rosso = non trattato, verde = pretrattato al plasma)

stry for surface preparation of aluminum and composite aircraft parts and structures for painting and coating. The atmospheric-pressure plasma system is suitable for the rapid treatment of both large-area parts such as aircraft wings or fuselage components as well as small areas. (Fig. 4)

Surface preparation of aluminum

The shiny, high gloss paint on the commercial airlines is not just for visual appearance. The real purpose of aircraft paints and coatings is to protect the high strength aluminum structure from the harsh environmental conditions that the aircraft will face over many years of service.

The paint must protect the plane from corrosion due to moisture ingress and erosion due rain, hail and runway debris. At the same time the trend to high-performance composites in aircraft presents new challenges for pretreatment and painting. Surface preparation of the aluminum is the first step of a multi-step coating process, often the first step involves solvent washes, media blasting or hand sanding. There is, however, increasing pressure to eliminate or minimize the use of solvents, toxic materials and the variability of hand labor in the production process.

Atmospheric plasma not only completely eliminates the above concerns but also replaces

relativamente estese, sono disponibili anche interi sistemi di rotazione. In base all'applicazione, essi contengono un certo numero di generatori al plasma che ruotano ad altissima velocità. A seconda del diametro e della disposizione delle aree dei getti al plasma, si possono trattare in una fase unica pannelli leggeri in composito larghi fino a 3000 mm. Durante il trattamento, le superfici in plastica si riscaldano raggiungendo soltanto $\Delta T < 30^\circ\text{C}$.

Applicazioni potenziali nel settore aeronautico e aerospaziale

Il processo al plasma, che ha dato prova di validità nel corso degli anni in vari settori industriali, è attualmente oggetto, da parte dell'industria aeronautica, di test intensivi rivolti al pretrattamento superficiale

di componenti e strutture di velivoli in alluminio e in composito per la verniciatura e i rivestimenti.

Il sistema al plasma a pressione atmosferica è adatto per il trattamento veloce sia di parti con superfici estese come le ali o i componenti della fusoliera, sia di piccole superfici. (Fig. 4)

Pretrattamento superficiale dell'alluminio

La pittura brillante e luminosa degli aerei di linea non ha soltanto una finalità estetica. Lo scopo reale delle pitture e dei rivestimenti dei velivoli è proteggere la resistente struttura in alluminio dalle condizioni atmosferiche avverse che l'aeroplano deve affrontare nel corso dei lunghi anni di servizio. La pittura deve proteggere l'aeroplano dal processo corrosivo causato dall'ingresso dell'umidità e

dall'erosione dovuta alla pioggia, alla grandine e ai frammenti che si staccano dalle piste. Nello stesso tempo, la tendenza verso l'uso di compositi ad alte prestazioni negli aeroplani presenta nuove sfide relativamente al pretrattamento e alla verniciatura.

Il pretrattamento superficiale dell'alluminio è il primo passo di un processo di rivestimento a più fasi dove spesso la prima fase prevede i lavaggi con il solvente, la sabbatura oppure la carteggiatura manuale. Tuttavia c'è sempre maggiore richiesta di eliminare o ridurre al minimo l'utilizzo dei solventi, di materiali tossici e la variabilità del lavoro manuale nel processo produttivo. Il plasma atmosferico non solo elimina completamente questi problemi ma sostituisce anche i costosi processi di pulitura che sono

anche pericolosi per l'ambiente e la tecnologia è ideale sia per pulire superfici ad un livello microfine sia per migliorare l'adesione.

Plasma anziché primer

I primer anticorrosione sono impiegati frequentemente per i componenti interni della fusoliera di un aereo e per le strutture delle ali dotate di rinforzi e di dispositivi di bloccaggio, ma anche per parti assemblate fresate e rivettate. Queste aree sono spesso difficili da pulire e da pretrattare. Il plasma non soltanto elimina l'utilizzo del primer, ma possono essere lavorate facilmente anche geometrie complesse.

Eliminazione degli agenti di rilascio dello stampo

A causa della necessità di ridurre il peso, vengono sempre più utilizzati

environmentally detrimental or cost-intensive cleaning processes, the technology is equally suited for cleaning surfaces to a microfine level as for improving adhesion.

Plasma instead of primer

Anticorrosion primers are frequently employed for interior parts of the aircraft fuselage and in wing structures having reinforcing and fastening devices as well as in countersunk riveted assembly parts. These areas are often difficult to clean and pretreat. Plasma can not only eliminate the use of the primer, also complex geometries can be easily accommodated.

Removal of mould release agents

On account of requirements for low weight, improved material fatigue characteristics and corrosion resistance sophisticated composites are increasingly being used in aircraft. These are layered materials usually produced in casting moulds from plastic reinforced with carbon fibres and cured at relatively high temperatures. Starting with fibre glass composites in secondary components, such as payload claddings and

covers, carbon fibre composites are used in the main components such as aircraft wings, control elements and fuselage parts. These cast parts are contaminated by mould release agents which frequently contain silicones. In order to ensure reliable painting these contaminants must be removed completely. Only then is it guaranteed that subsequent painting or bonding tasks will meet the highest standards of quality.

The process is also suitable for the surface preparation of mixed materials. Both carbon composites and metals can be treated without the electrical arcing associated with methods such as corona treatment.

Conclusion

The decisive advantages of using this technology include its reliability and quality in the production process. Accordingly the stringent requirements of aircraft manufacturers can be met.

Furthermore the user benefits from the simple integration into process flows, higher economic efficiency and environmental friendliness compared to conventional methods.

per la costruzione degli aeroplani compositi high-tech, dotati di migliori proprietà di resistenza a fatica e di resistenza alla corrosione. Si tratta di materiali stratificati, prodotti solitamente mediante stampaggio dalla plastica rinforzata con fibre di carbonio, e reticolati a temperature relativamente alte. I compositi in fibra di vetro sono utilizzati per componenti secondari, come coperture e rivestimenti, mentre quelli in fibra di carbonio vengono usati per componenti importanti quali le ali degli aeroplani, gli elementi di controllo e le parti della fusoliera. Queste parti stampate vengono contaminate dagli agenti di rilascio dello stampo che contengono frequentemente silicani. Per garantire operazioni di verniciatura di qualità, questi contaminanti devono essere rimossi completamente. Solo a questo punto si garantisce

che la verniciatura successiva o le operazioni di incollaggio soddisfino gli standard di qualità più rigorosi.

Il processo è idoneo anche al pretrattamento superficiale di materiali misti. Sia i compositi in fibra di carbonio che i metalli possono essere trattati senza usare l'arco elettrico, associato a metodi come il trattamento corona.

Conclusion

I vantaggi decisivi dell'utilizzo di questa tecnologia comprendono l'affidabilità e la qualità del processo di produzione. Di conseguenza, sono anche soddisfatti gli stringenti requisiti dettati dai produttori di aeromobili. Inoltre, rispetto ad altre tecniche convenzionali, l'utilizzatore trae vantaggio dalla semplice integrazione nel processo, da una superiore efficacia di costi e dall'ecocompatibilità.