



The best of two worlds for composite materials: combination of bonding and screwing



Stefano Farina - DELO

Light-weight construction is booming, above all in the aviation and automotive industries.

The sector of rigid steel and aluminum alloys and fiber composite materials have been experiencing two material trends for a long time. Carbon fiber reinforced plastics (CFRP) and glass fiber reinforced plastics (GFRP) are considered to be the future of light-weight construction. The reason is that these materials give high stiffness and strength, allowing very thin structures.

Great challenges for joining technology

However, CFRP and GFRP confront joining technology with even greater challenges than high-strength sheet metals

do, since composite materials must be connected to other components in many areas. In particular, welding, screwing and riveting – the classical joining methods in automotive production – are reaching their limits. The matrix of fiber composite materials is a bonded composite. As a consequence, punching these materials by screwing or riveting damages the laminar structure which makes a vital contribution to their strength. In addition, the punched hole must be sealed in a complex process to prevent delamination of the material. When joining CFRP to metal, there is even a high risk of corrosion.

For stable joints and efficient processes, the laminate should

remain intact. Ultrasonic welding can be taken into consideration as an alternative, but has serious disadvantages. It is very power-consuming and suitable for thermoplastic matrix materials only. Therefore, thermal methods are rarely used, while forming techniques are normally not usable at all due to the low ductility.

Bonding prevents material destruction

Therefore, it is recommended to rely on another method when joining the composite material to other components: Bonding is a non-destructive and component-saving joining method, impressing by both high material flexibility and

good resistance to dynamic forces. In addition, bonding is simple, allows a high degree of automation and enables short cycle times. This is how the requirements imposed by industrial production, even in the automotive industry, are fulfilled.

Combined bonding and screwing

For the joining of composite materials to other materials, the assembly specialist Böllhoff and the adhesive expert DELO have developed the Onsert method by taking stud welding as a basis. To prevent complex drilling of holes, screwing or riveting, the companies bond the threaded bolt to the fiber composite materials instead of welding it.



Per i compositi il meglio di due mondi: incollaggio e avvitatura combinati

Stefano Farina - DELO

La costruzione "leggera" conosce un boom, soprattutto nei settori aeronautico e automobilistico.

Con l'utilizzo di leghe d'acciaio e alluminio più rigide nonché di materiali combinati a fibre, si evidenziano da tempo due chiare tendenze nel campo dei materiali. In particolare, i materiali rinforzati con fibra di carbonio (CFC) e fibra di vetro (GRP) rappresentano il futuro delle costruzioni leggere. Tali materiali presentano di norma elevate caratteristiche di rigidità e resistenza, consentendo così la realizzazione di strutture molto sottili.

Sfide complesse per la tecnologia di giunzione

Ancora più resistenti delle lamiere ad alta resistenza, CFC e GFC presentano nuove sfide alla tecnologia di giunzione.

Anche i materiali compositi devono essere uniti in molti punti ad altri componenti: saldatura, avvitatura e rivettatura, i metodi classici della costruzione automobilistica, mostrano qui i propri limiti. Con la loro matrice, i materiali rinforzati con fibra, rappresentano di per sé un giunto incollato. La perforazione di tali materiali mediante avvitatura o rivettatura non è solamente impegnativa, ma danneggia la loro struttura

laminare, che rappresenta una parte fondamentale della loro resistenza. Inoltre, il foro deve essere accuratamente isolato, poiché altrimenti in tal punto potrebbe determinarsi una delaminazione del materiale. Il collegamento di CFC e metallo comporta inoltre un forte rischio di corrosione.

Per giunzioni stabili e processi efficienti occorre inoltre che il laminato rimanga intatto; per questo motivo viene spesso valutata, come metodo di giunzione, la saldatura a ultrasuoni. Tuttavia, questo metodo presenta rilevanti svantaggi: oltre all'elevato consumo energetico, essa risulta idonea unicamente per i materiali a

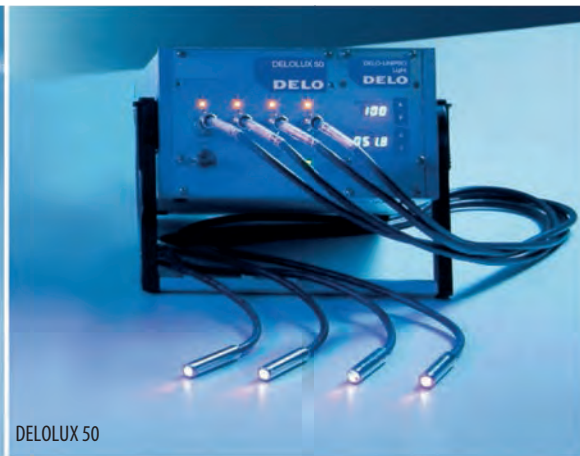
matrice termoplastica. Le procedure termiche di formatura risultano quindi raramente applicabili se non, a causa della ridotta duttilità, del tutto inappropriate

L'incollaggio previene la distruzione del materiale

Per l'unione dei materiali compositi ad altri materiali, è quindi consigliabile affidarsi a un altro metodo di giunzione: l'incollaggio. Non si tratta solamente di una tecnica di giunzione non distruttiva che protegge i componenti, ma presenta anche un'elevata flessibilità dei materiali e una buona resistenza alle forze dinamiche. Inoltre, l'incollaggio è un processo semplice,

The combination of bolt and base is called Onsert. First, a one-component adhesive is applied to the base and then joined to the composite material. The thickness of the adhesive layer is adjusted by spacers and normally ranges from 0.1 to 0.2 mm.

The special feature of this technique is its speed. The thread base is made of an amorphous plastic, creating a light-permeable bonding area. This ensures such short cycle times. The adhesive is cured within about 4 seconds using an LED lamp. It is possible to fully automate this process. The bonded connection can be loaded immediately, making it possible to equip the plastic part with a stable thread shortly afterwards. Then, this thread can be screwed in and removed again



if necessary. Finally, the Onsert technology impresses in terms of its effective energy balance. Depending on the mechanical properties required and the ambient conditions of use, various plastics, such as polycarbonate, polyamide or polyether sulfone, are used as material for the transparent base. The only pre-

grazie al quale è possibile ottenere una elevata automazione e tempi ciclo ridotti. Quindi risponde ai requisiti tipici della produzione industriale, compresi quelli del settore automobilistico.

Incollaggio e avvitatura

Per l'unione di materiali compositi con altri materiali, Böllhoff,

azienda specializzata in inserti, e DELO, specialisti nel campo degli adesivi, hanno elaborato il metodo Onsert partendo dalla saldatura delle viti. Questo metodo prevede l'incollaggio dei perni filettati ai materiali compositi, al fine di evitare

l'impegnativa operazione di foratura e applicazione di viti e/o rivetti. Grazie alla tecnologia Onsert, adesso si possono incollare i perni filettati ai materiali rinforzati con fibra. Si disegna la combinazione di perno e geometria della base che si ritiene più opportuna.

Il metodo prevede dapprima l'applicazione di un adesivo sulla



condition is that the plastics used are amorphous as they can be transmitted by enough blue light with a wavelength of 400 nanometers for adhesive curing.

Multiple application possibilities from retainers to dampers

This technique is suitable for a broad variety of tasks, especially when components must be fixed but not structurally joined. For example, hundreds of thousands of aircraft pins are installed in airplanes every year. With this method, cover plates and insulating materials can be fixed just like floor panels for the fixation of fire protection components. In the future, ONCERT could be used for fixing these real components. Vehicle construction is increa-

singly focusing on CFRP, especially for B- and C-pillars.

For example, the cable harness could be fixed to the bolt bonded to these pillars. Further possible applications include clips, sensor retainers or attachment components.

In addition, this method can be considered as a beneficial alternative to welding as it increases the flexibility in production.

Unlike welding spots, the bonding areas are easy to change even after completion of design.

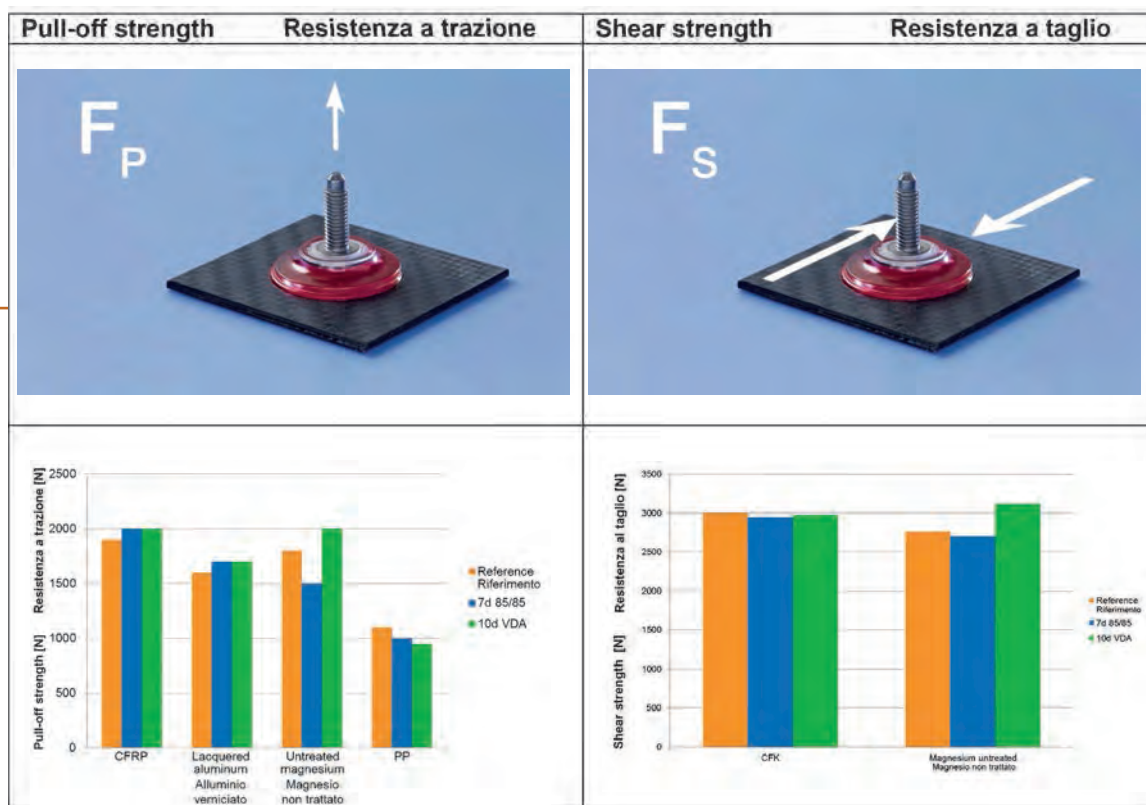
Impressive mechanical properties

In order to check if the Onsert technology is suitable for these applications, many materials were bonded and subjected these joints to a broad variety of tests common in this industry, including the 85/85 test, where the components are stored at a temperature of 85°C and an air humidity of 85%, and the VDA climate test. The CFRP components were sand-blasted for pretreatment. The lacquered

aluminum and PP were cleaned with ethanol. The magnesium components remained untreated.

The tests demonstrated that the Onsert bases achieve high pull-off strength and shear strength values, also withstanding the demanding test conditions.

In addition to these two tests, the stability of the ONCERTs was tested after salt spray exposure for 1,000 hours and storage in Skydrol (hydraulic liquid used in aviation) for four



base, che è quindi unita al materiale composito. Lo spessore dello strato di adesivo viene impostato mediante distanziatori, i cosiddetti spacer, ed è pari, di norma, a 0,1 - 0,2 mm.

La peculiarità di questo metodo è la velocità. La base è realizzata in plastica amorfa, che presenta una superficie traslucida e quindi garantisce tempi di ciclo ridotti. L'indurimento avviene mediante una lampada LED nel giro di circa quattro secondi ed è completamente automatizzabile. L'unione così formata può venire immediatamente caricata e la parte in plastica ottiene in breve tempo un filetto stabile da avvitare e svitare liberamente secondo necessità.

Come materiale per la base trasparente possono essere utilizzati policarbonato, poliammide o polietereossulfone, in base alle caratteristiche meccaniche necessarie e alle condizioni ambientali di utilizzo. Deve trattarsi unicamente di materiali plastici amorfi, poiché

questi lasciano passare una quantità sufficiente di luce blu con una lunghezza d'onda di 400 nanometri, necessaria per l'indurimento dell'adesivo.

Molteplici possibilità di applicazione, dai supporti agli isolamenti

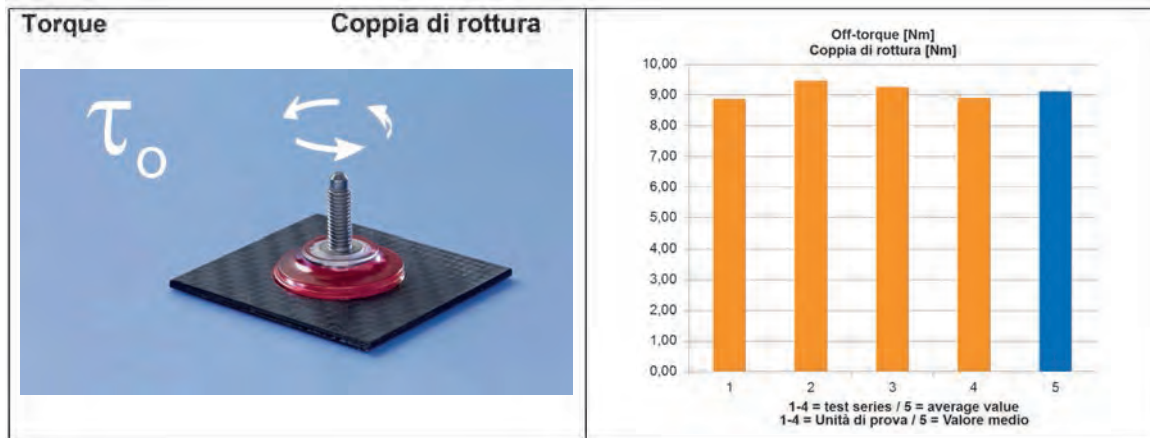
Questo metodo è idoneo a una molteplicità di applicazioni, soprattutto quando occorre fissare i componenti senza tuttavia unirli

strutturalmente. Ogni anno, nei velivoli vengono montate centinaia di migliaia di "aircraft-pin". In tal modo è possibile ad esempio fissare piastre di copertura, materiali isolanti e pannelli di pavimentazione; in futuro, il metodo potrebbe essere utilizzato anche per il fissaggio di questo tipo di parti.

Nella costruzione di automobili, in particolare per i montanti B e C, si punta sempre più spesso sul

CFC. Ad esempio è stato possibile fissare a tali montanti un gruppo di cavi di alimentazione. Altre possibili applicazioni sono l'incollaggio di clip, supporti per sensori o accessori. Inoltre, questo metodo può essere considerato come alternativa alla saldatura, poiché rispetto a quest'ultima presenta una maggiore flessibilità per la produzione. A differenza dei punti saldati infatti, i punti incollati possono essere modificati





weeks. Even under these harsh environmental influences, the bond strength did not drop significantly or at all. Finally, DELO and Böllhoff determined the off-torque of the thread on a CFRP surface at room

temperature. The achieved value of 9 Nm is clearly higher than that specified by the standard for the tightening torque of M5 threads. Their value is 5.5 Nm, and their size can be compared to that of the ONSERTs used.

facilmente anche dopo il termine della costruzione.

Caratteristiche meccaniche convincenti

Per verificare l'idoneità del metodo per tali applicazioni, il CFC

e altri materiali sono stati incollati con questa tecnologia, sottoponendo quindi tali giunzioni a numerosi test comuni nel settore, quale il test 85/85, che avviene con esposizione a una temperatura di 85°C e un'umidità dell'85%, e al test climatico VDA.

Come pre-trattamento per il CFC è stata impiegata la sabbatura, l'alluminio verniciato e il PP sono stati puliti con etanolo. Per il magnesio non vi è stato alcun pre-trattamento.

A tale riguardo, è stato dimostrato che gli Onsert possono raggiungere valori elevati di resistenza a trazione e a taglio del piedino filettato, resistendo anche alle condizioni di prova più impegnative.

Attraverso i due test ne è stata inoltre dimostrata la stabilità



Process advantages of Onsert Vantaggi metodologici di Onsert

Very low mechanical stressing of the components
Sollecitazione meccanica dei componenti molto ridotta

Very high reproducibility
Riproducibilità molto elevata

Fast process
Processo più veloce

No heat input
Nessuna generazione di calore

Design freedom thanks to subsequent joining
Libertà di progettazione grazie alla giunzione successiva

Conclusion

Thanks to this technology, has been created a fast and process-reliable combination of bonding technology and removable screw connections,

unifying the best of two worlds. It is suitable for a multitude of materials and applications, and exhibits an effective energy balance.

dopo 1000 ore di prova in nebbia salina e dopo quattro settimane di immersione in Skydrol, un liquido idraulico utilizzato in aeronautica. Nonostante l'esposizione a tali agenti atmosferici, non si è avuto alcun calo significativo della resistenza del raccordo. Infine, è stata esaminata anche la coppia di rottura del filetto su una superficie in CFC a temperatura ambiente.

Conclusioni

Grazie a questo metodo, è stata elaborata una combinazione veloce e sicura tra la tecnologia degli adesivi e i raccordi a vite allentabili che unisce il meglio dei due mondi.

Tale combinazione è idonea per una molteplicità di materiali e applicazioni e colpisce inoltre per la rapidità di applicazione.

ABOUT THE AUTHOR

Stefano Farina is Regional Sales Manager for DELO, a German company specialized in the production of industrial adhesives (light curing, epoxy, polyurethanes, silicones) for electronics, automotive and mechanical engineering. Before joining DELO, Stefano Farina was a sales engineer in a medium size electro-mechanical company specialized in the production of electric and plastic products for the appliance industry and a supplier for Electrolux, Whirlpool, Bosch and others. He graduated at Politecnico di Milano as Environmental Engineer.

Stefano Farina è Regional Sales Manager presso DELO GmbH, azienda chimica tedesca specializzata nella produzione di adesivi industriali (acrilici, epossidici, poliuretani, silicici), utilizzati nell'industria elettronica, automotive e meccanica.

Nella precedente esperienza lavorativa, è stato Sales Engineer presso un'azienda italiana di medie dimensioni, specializzata nella produzione di componenti plastici ed elettromeccanici per l'industria degli elettrodomestici, e fornitrice dei maggiori gruppi a livello mondiale (Electrolux, Whirlpool, Bosch, etc).

È laureato presso il Politecnico di Milano in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio.