

Modern technologies for joining of similar and dissimilar materials

Sven Ploeger, Technical Service Specialist structural adhesives - LORD CORPORATION



WHAT ARE FIBER REINFORCED PLASTICS?

Fiber Reinforced Plastics (FRP) are well known for use in industrial applications, but can also be viewed as recently “re-discovered” materials. A wide range of FRP is available on the global market, with various specifications for multiple applications in general industry, automotive, marine, railway and aerospace. The amount of FRP being used in the world has been growing significantly in recent years, and it is projected that these materials will be used more and more in the future. The most common types of FRP are Sheet Molding Compounds (SMC) or Bulk Molding Compounds (BMC), Glass Fiber Reinforced Plastics (GFRP) and Carbon Fiber Reinforced Plastics (CFRP). All of these types of FRP are well known for their excellent strength

and rigidity. This is made possible by the specific mix of fibers and matrix materials (resins) used to make up the composite substrate. Depending upon the fiber material, length, amount, and direction of the fibers, custom tailored characteristics can be designed into the matrix. After the resin is cured, a light-weight high-performance material is created.

WHY ARE ADHESIVES THE PREFERRED JOINING TECHNOLOGY FOR FRP?

In many applications, FRP is matched with FRP in a structural assembly. However, there are also assemblies where FRP is bonded with other materials such as aluminum or steel. These types of hybrid joints are often difficult to handle.

Tab. 1 Global need of Carbon Fibers in tons. Tons from 2010 to 2022 estimated

YEAR ANNO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*	2017*	2020*	2022*
TONS TONNELLATE	33	38.5	43.5	46.5	53	58	64	72	100.5	120

Source: carbon Composites e.V. (CCeV) Marktübersicht 2016 (Page 10/46)

Tab. 1 La richiesta globale di fibre di carbonio in tonnellate. Tonnellate stimate dal 2010 al 2022

Le tecnologie moderne per unire materiali simili e diversi

Sven Ploeger, Technical Service Specialist structural adhesives - LORD CORPORATION



COS'È LA PLASTICA FIBRORINFORZATA?

La plastica fibrorinforzata (FRP) è nota per il suo utilizzo nelle applicazioni industriali, ma può anche essere considerata come un materiale da qualche tempo “riscoperto”. Sul mercato globale è disponibile una vasta gamma di FRP, con varie specifiche per applicazioni multiple nell'industria in generale, automobilistica, nautica, dei materiali rotabili ed aerospaziali. In questi ultimi anni, la quantità di FRP utilizzata in tutto il mondo è cresciuta in modo considerevole e si prevede che questi materiali verranno sempre più utilizzati in futuro. Le tipologie più comuni di FRP sono gli Sheet Molding Compounds

(SMC) composti per stampaggio laminati o Bulk Molding Compounds (BMC) – composti per stampaggio in volume. Glass Fiber Reinforced Plastics (GFRP)- Vetroresina e Carbon Fiber Reinforced Plastics (CFRP) plastica rinforzata con fibra di carbonio. Tutte queste varianti di FRP sono ben note per la loro eccellente resistenza e rigidità. Ciò è stato possibile grazie alla selezione specifica di fibre e matrici (resine), impiegate per formare la parte in composito. In base al tipo di fibra, lunghezza, quantità e direzione delle fibre, è possibile sviluppare nella matrice proprietà specifiche in base alle esigenze. A seguito della reticolazione della resina, viene realizzato un materiale leggero e ad alte prestazioni.

PERCHÉ LA TECNOLOGIA DELL'INCOLLAGGIO CON ADESIVI È LA PIÙ SCELTA PER L'FRP?

In molte applicazioni, l'FRP viene accoppiata con FRP in un assemblaggio strutturale. Tuttavia, esistono anche assemblaggi in cui l'FRP è accoppiato ad altri materiali come l'alluminio o l'acciaio. Queste varianti di giunti ibridi sono spesso difficili da gestire. Il legame meccanico quale la saldatura, la rivettatura o l'utilizzo di viti richiede una grande preparazione e uno spessore del materiale specifico e in molti casi, queste tecniche di giunzione non possono semplicemente essere utilizzate per gli assemblaggi con gli FRP. In particolare per le costruzioni leggere, lo spessore del materiale è essenziale e lancia



Mechanical fastening such as welding, riveting, or use of screws requires a lot of preparation and a specific material thickness, and in many cases these fastening methods simply cannot be used for assemblies with FRP. For light-weight constructions, in particular, material thickness is essential, and causes a further challenge towards the use of mechanical fastening. For the majority of applications where FRP is used, adhesives are the best choice for the process of assembly. Adhesives can simplify the assembly process, help in reducing material thickness through distribution of stress, and bond both similar and dissimilar materials. With the wide choice of high performance structural adhesives available in the market today, the right adhesive solution can usually be found for even the high number of various FRP-to-substrate structure combinations that may be considered.

BONDING SHEET MOLDING COMPOUNDS (SMC) – WHICH ADHESIVES ARE RECOMMENDED?

Epoxy or Polyurethane adhesives are usually good choices for bonding SMC to SMC. Epoxies are generally chosen if high temperature performance or resistance is needed, and Polyurethanes are the preferred choice for thinner materials where substrate surface distortion in the bonded area (termed Bond



un'ulteriore sfida all'impiego delle giunzioni meccaniche. Per la maggior parte delle applicazioni in cui si utilizza l'FRP, gli adesivi rappresentano la scelta migliore per il processo di assemblaggio. Infatti, possono semplificare il processo, contribuire a ridurre lo spessore del materiale ridistribuendo le sollecitazioni e incollare tra loro materiali simili e dissimili. Con l'ampia scelta di adesivi strutturali ad alta prestazione attualmente disponibili sul mercato, la soluzione adesiva ideale può essere trovata solitamente anche per le numerose e diverse combinazioni strutturali che possono essere prese in considerazione.

COMPOSTI PER INCOLLAGGI DI LAMINATI (SMC) – QUALI ADESIVI SI RACCOMANDANO?

Gli adesivi epossidici o poliuretanicci rappresentano una scelta ideale per l'incollaggio di SMC a SMC. Le epossidiche sono scelte generalmente se è richiesta una prestazione o resistenza alle alte temperature e le poliuretanicche rappresentano la scelta ideale per materiali di spessore inferiore dove la distorsione della superficie del materiale nell'area incollata (termed Bond Line Read-Through) potrebbe essere un motivo di preoccupazione.

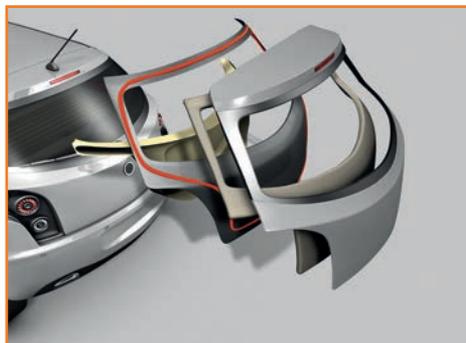


Line Read-Through) may be a concern.

Common Applications using SMC include bonding of spoiler, trunk lids, hoods, or battery boxes in Automotive. One challenge with bonding SMC can be to find the right method of substrate surface preparation. Most SMC and BMC formulations contain quantities of release agents that could bloom to the surface and affect the bond. Cleaning processes can be designed to remove these release agents, typically with solvents or solvent-free systems. Mechanical pre-treatment (like sanding or scuffing) may be necessary, but is generally not preferred. Bonding SMC to bare metal is possible with Epoxy or Methyl Methacrylate-based (acrylic) adhesives. Bonding “big head” fasteners to SMC for the hood (Automotive) or attaching hinges to SMC panels (General Industry) might be examples where bare metal would be bonded to SMC.

BONDING GLASS FIBER REINFORCED PLASTICS (GFRP) – WHICH ADHESIVES ARE RECOMMENDED?

GFRP can be bonded to itself using Methyl Methacrylate-based (Acrylic) or Polyurethane



adhesives. Examples of typical GFRP bonded assemblies can be found in the railway industry, where adhesives are used not only in production but also as a repair solution. One challenge in this industry is to find an effective adhesive working process for the large number of GFRPs available, plus all of the gelcoats, fire retardants coatings, and types of paints that may be used. With the right choice of adhesive, such as a structural Acrylic adhesive, aggressive substrate surface treatments such as abrasion or plasma can be replaced by simple solvent cleaning. In hybrid bonding of GFRP to bare metals, use of Acrylic

adhesives can also allow for minimum surface preparation of the metal parts prior to assembly.

BONDING CARBON FIBER REINFORCED PLASTICS (CFRP) – EPOXY ADHESIVES ARE THE PREFERRED CHOICE

Many CFRPs can be bonded readily with Epoxy adhesives. CFRP is usually a material of choice if high strength, light-weight, and very good resistance against mechanical, physical, and/or chemical impact is needed. Epoxy adhesives can usually bond to CFRP with a minimum of substrate surface treatment. Adhesives are an excellent alternative to mechanical fasteners for joining a wide range of CFRP assemblies. Effectively joining dissimilar materials is also possible through the use of adhesives. Durability of adhesive bonded assemblies, such as weathering and ageing resistance, is well established and tested for many applications. Simplifying the assembly process, reducing costs, and saving material and weight are other major benefits that can be obtained, making adhesives a good choice for a large number of industrial markets and applications.



Le applicazioni comuni in cui si utilizza l'SMC comprendono, in campo automobilistico, gli spoiler, i coperchi dei bagagliai, i cofani oppure gli involucri delle batterie.

La sfida da affrontare con l'incollaggio SMC potrebbe essere rappresentata dal reperimento di una tecnica adeguata di preparazione della superficie del substrato. Per lo più le formulazioni SMC e BMC contengono quantità di agenti di rilascio che potrebbero emergere sulla superficie influenzando negativamente sull'incollaggio. E' possibile mettere a punto tecniche di pulitura per rimuovere questi agenti di rilascio, tipicamente con sistemi a base solvente o no. Il pretrattamento meccanico (sabbatura o sfregamento) potrebbe rivelarsi necessario, ma solitamente non è il metodo privilegiato.

Con l'ausilio degli adesivi epossidici o metil-metacrilati è possibile l'incollaggio di SMC sul metallo grezzo, ad esempio l'incollaggio di chiusure con “testina di grandi dimensioni” SMC per il cofano (automotive) oppure il posizionamento di cardini su pannelli SMC (industria in generale) dove il

metallo grezzo potrebbe essere incollato su SMC.

QUALI ADESIVI UTILIZZARE PER INCOLLARE LA VETRORESINA

La GFRP può essere incollata con l'ausilio degli adesivi metil-metacrilati (acrilati) o poliuretani. Esempi di assemblaggi tipici GFRP si trovano nell'industria dei materiali rotabili dove gli adesivi sono impiegati non soltanto nel processo produttivo ma anche nelle riparazioni. Una delle sfide da affrontare in questa industria è quella di reperire una tecnica di adesione efficace per l'elevato numero di GFRP disponibili, più i gelcoat, i rivestimenti ritardanti di fiamma e le tipologie di pitture che potrebbero essere utilizzate. Con la scelta corretta dell'adesivo, ad esempio l'adesivo acrilico strutturale, i trattamenti superficiali aggressivi come quello abrasivo o al plasma possono essere sostituiti dalla semplice pulitura con solvente.

Nell'incollaggio ibrido di GFRP a metalli grezzi, l'utilizzo degli adesivi acrilici può consentire il trattamento superficiale minimo delle parti di metallo, prima delle operazioni di assemblaggio.

Nell'incollaggio di GFRP con metalli grezzi, gli adesivi epossidici rappresentano la scelta privilegiata. Molti compositi al carbonio possono essere incollati velocemente con l'ausilio degli adesivi epossidici. Il CFRP è solitamente un materiale di prima scelta nei casi in cui sia richiesta alta resistenza, peso ridotto ed elevata resistenza all'urto meccanico, fisico e/o chimico. Gli adesivi epossidici solitamente possono essere utilizzati su CFRP con minimo pretrattamento superficiale. Gli adesivi rappresentano un'eccellente alternativa alle chiusure meccaniche per unire una vasta serie di pezzi in CFRP. Grazie all'uso degli adesivi, è possibile unire materiali dissimili. La durabilità degli assemblaggi incollati, come nel caso della resistenza alle intemperie e all'invecchiamento, è una proprietà consolidata e collaudata per molteplici applicazioni. La semplificazione del processo di assemblaggio, la riduzione dei costi e il risparmio di materiale e di peso sono i principali vantaggi ottenibili, che rendono gli adesivi la scelta migliore per un numero elevato di mercati e di applicazioni industriali.