

Materiali compositi innovativi: Recenti sviluppi e proposte di applicazione

Nel senso più tradizionale del termine vengono definiti compositi i materiali costituiti da una matrice legante e da un rinforzo.

Tra le matrici leganti le più note nel campo dei compositi sono quelle termoindurenti, mentre meno conosciute sono le termoplastiche o le matrici metalliche e ceramiche. I rinforzi possono essere di tipo particellare o fibroso; polveri ceramiche quali mica, talco, biossido di titanio, o poveri metalliche, sfere espanse e nanotubi di carbonio appartengono alla prima categoria, mentre fibre metalliche, fibre aramidiche, fibre di basalto, fibre di vetro e carbonio sono esempi di fibre con le quali vengono ottenuti tessuti.

Specie nel campo delle materie plastiche, e in particolare quelle termoplastiche, l'aggiunta di rinforzi di tipo particellare, con tipologia di carica che può variare dall'ordine del millimetro a quella del micron fino al nano, è in grado di portare considerevoli variazioni delle proprietà. Considerando il fatto che la famiglia della matrici termoplastiche è forse la più ampia e diversificata di tutti i materiali oggi noti e prodotti a livello industriale e che ogni tipologia è caratterizzata da proprietà fisiche, chimiche, reologiche e meccaniche molto specifiche e spesso modificabili anche attraverso semplici miscele con polimeri diversi, è immediato comprendere come l'aggiunta di una carica particolare a polimeri di natura diversa cambi similmente il comportamento delle resine, mantenendo però le caratteristiche intrinseche della matrice.

Grazie all'aggiunta di determinate cariche, vengono assunte proprietà rilevanti, siano esse meccaniche, fisiche,

chimiche, termiche, elettriche, magnetiche etc., a prescindere dalle performance della resina di base. E' così che, ad esempio, i polimeri, tradizionalmente considerati materiali isolanti, diventano oggi capaci di trasferire calore da una fonte calda ad una più fredda, similmente a quanto capita con i metalli, anche se non nella loro misura. Esibiscono però tutti i vantaggi legati ai metodi produttivi delle materie plastiche per cui, in alcune applicazioni, possono rappresentare un ottimo sostituto dei tradizionali conduttori termici.

Cariche di tipo nano come i nanotubi di carbonio sono state inserite anche in resine termoindurenti, come nelle resine epossidiche, evidenziando nei compositi ottenuti aumento della resistenza a frattura (resistenza a propagazione cricca e delaminazione), superiore resistenza a taglio, diminuzione espansione termica (15%) con conseguenti minori deformazioni: tutto questo senza nessun cambiamento della Tg, mantenendo quindi versatilità verso formulazioni diverse senza significative variazioni in termini di processabilità.

Quando si parla di applicazioni dei materiali compositi viene spontaneo pensare ad imbarcazioni, racchette da tennis o automobili da competizione, tutti prodotti realizzati con tessuti in fibra di carbonio o di vetro impregnati di resina. Da quando 40 anni fa sono apparsi sul mercato civile i primi prodotti in carbonio e resina, la scienza ha compiuto passi in avanti nel mondo dei compositi; pur rimanendo valide e ancora impiegate con successo le soluzioni tradizionali, oggi sono disponibili altre tipologie di materiali che possono risultare vantaggiosi rispetto ai tradizionali perché più semplici da impiegare e/o più economici.



Ad esempio si è previsto di utilizzare anche le resine termoplastiche, che sono più facili da processare rispetto a quelle termoindurenti, in quanto non richiedono tecniche manuali né complicate.

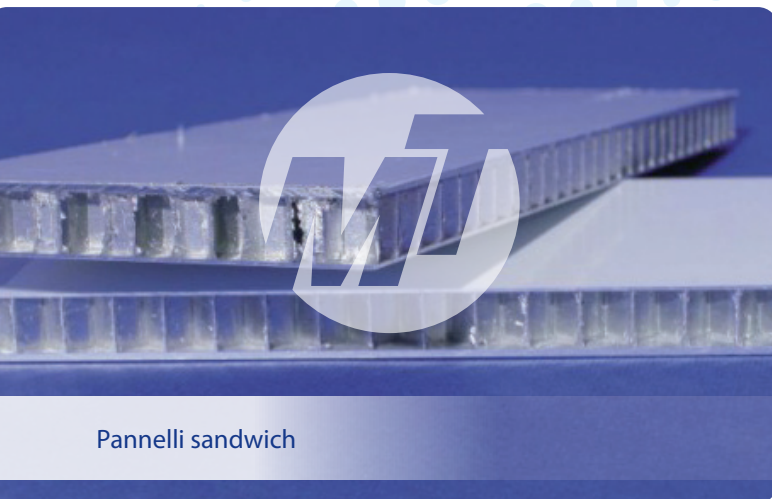
Si ricorre infatti ai tradizionali e ben conosciuti processi di estrusione e termoformatura che sono esattamente gli stessi impiegati per la trasformazione dei polimeri termoplastici per il realizzo di manufatti di ogni genere. Sono questi i metodi con i quali è possibile non solo lavorare nuovi compositi per realizzare il prodotto finale ma anche dare forma agli stessi materiali di partenza. Infatti, in alcuni compositi di ultima generazione che si stanno affacciando in modo interessante sul mercato, sia la resina sia il tessuto che li compongono sono di natura termoplastica. In realtà, in questo caso, non si può più parlare di tessuto e resina in quanto il tessuto ingloba in sé il materiale plastico che gli permette di subire le trasformazioni termiche necessarie per raggiungere le forme volute.

Nasce così una tipologia di materiali compositi caratterizzati da nuova struttura e composizione, performanti dal punto di vista tecnico ed esteticamente accattivanti. Con tecnologie di questo tipo si ottengono prodotti di pregiata qualità specie nel campo dell'articolo sportivo come caschetti per il ciclismo, pale di remi e canoe, caschetti di sicurezza.

Una novità nel campo dei compositi a matrice termoplastica è rappresentata dal processo di produzione di preimpregnati termoplastici a fibra continua che prevede l'impregnazione di un fascio di fibre con una polvere di polimero fine, la cui dimensione è dello stesso ordine di grandezza delle fibre da impregnare. Il fascio così impregnato è poi protetto con una guaina continua evitando di fondere la polvere di polimero. Il metodo più conveniente è una estrusione che usa una tecnologia innovativa in grado di evitare la fusione della polvere.

I polimeri usati come polvere e/o guaina possono essere di differenti tipi; il processo è concepito per dare la migliore combinazione possibile fibra/matrice. La tecnologia è brevettata e prevede un range di prodotti ottenibili da una ampia varietà di materiali di partenza, a seconda delle caratteristiche finali richieste. I tipi di fibre e polimeri che possono essere impiegati sono dei più svariati, consentendo ampia versatilità della tecnologia. Possono essere ad esempio impiegate, per le fibre: fibre di vetro, da 22 a 2400 tex, fibre di carbonio, da 1000 a 48000 filamenti, fibre aramidiche, da 440 a 8050 dtex, fibre basaltiche, poliestere, poliammidiche, poliolefiniche, metalliche, e anche fibre naturali; per i polimeri: PE, PP, PET, PBT, PA6, PA6.6, PA11, PA12, PEI, PU, PEEK.

Grazie all'azione protettiva della guaina la tessitura è facilitata; ciò è particolarmente vantaggioso, ad esempio, nel caso di fibre composite di carbonio che possono essere tessute alla stessa velocità delle fibre composite di vetro. Una volta immagazzinati a temperatura ambiente, i pre-impregnati termoplastici hanno vita illimitata e non degradano; inoltre la presenza stessa della guaina ha una funzione protettiva per cui non si richiedono particolari precauzioni per l'immagazzinamento del materiale. Tra i vantaggi di questi prodotti si possono elencare l'elevata flessibilità grazie alla possibilità di diverse combinazioni guaina/polvere; assenza solventi; rapidità cicli produzione; omogeneità proprietà e prestazioni; shelf life infinita, con conseguenti tempi di stoccaggio illimitati in ambienti coperti privi di sistemi di condizionamento anche in bobine come filo continuo tradizionale; possibilità di impiego di processi tradizionali come pultrusione, filament winding, stampaggio, col vantaggio di avere cicli di produzione più rapidi per l'assenza di reticolazione (legata alle matrici termoindurenti) e post-formabilità dovuta alla matrice termoplastica.



Pannelli sandwich



Profili pultrusi

Con questa tecnologia sono state realizzate scocche di auto, caschetti protettivi, rinforzi di vele nel settore nautico, ma le potenzialità applicative sono molteplici e vanno dal settore costruzioni (pannelli per rivestimento, pannelli strutturali, supporti, pensiline) a quello dell'industria (scale, ponteggi, pali, pannellature per protezione balistica), auto (pannelleria fissa e mobile, paraurti, sedili, elementi di protezione), trasporti (biciclette, elementi per autocarri, containers). Interessante è inoltre l'impregnazione di fibre naturali con resine termoplastiche di derivazione bio che consente di ottenere prodotti naturali molto richiesti nel mercato attuale sensibile al tema "eco-friendly".

In questo senso i compositi naturali rivestono attualmente particolare importanza. Oggi infatti è possibile considerare fonti alternative rispetto alle fibre tradizionali; è il caso ad esempio dei cosiddetti rinforzi "green", come le fibre di canapa, di lino o di bambù.

Specie la fibra di lino può essere utilizzata con resine tradizionali come la poliestere per processi di laminazione manuale o infusione, oppure accoppiata a filamenti in PP consentendo tecniche di stampaggio a compressione. In quest'ultimo caso l'accoppiamento di filamenti di PLA e lino consente di ottenere compositi del tutto naturali. Oggi è possibile ottenere anche pannelli sandwich che impiegano honeycomb a base PLA, ottenendo compositi bio con buona resistenza meccanica competitivi con i compositi tradizionali. Va considerato inoltre il fatto che il lino, oltre a presentare densità inferiore rispetto ad esempio alla fibra di vetro, con evidenti vantaggi in termini di leggerezza, si distingue per la capacità di assorbire le vibrazioni. Per quest'ultimo motivo è stata utilizzata per la produzione di inserti auto di CITROEN C4 PICASSO e Mercedes M-Class, e in alcuni articoli sportivi come racchette da tennis e sci, tramite pre-preg lino/carbonio o lino/vetro.

In tema di efficienza energetica e riduzione dei gas ad effetto serra è da considerare significativa l'introduzione nel mercato delle fibre riciclate di carbonio. E' stato stimato che nei tradizionali processi di trasformazione della fibra di carbonio circa il 40% è materiale di scarto: risulta dunque evidente quanto importante possa essere il recupero di quest'ultimo. Oggi ciò è possibile grazie a processi brevettati in grado di recuperare le fibre sia da fibre e tessuti non resinati, sia da fibre e tessuti resinati, non reticolati e sia da fibre e tessuti resinati e reticolati, con un'efficienza pari al 90% rispetto alle performance della fibra vergine.

Nel campo dei compositi innovativi merita nota un prodotto nuovo che sfrutta le qualità della pietra naturale, e le migliora, grazie alla sinergia con la fibra di carbonio per creare un materiale impiegabile non solo nel settore dell'edilizia ma anche in tanti altri campi industriali. Una delle proprietà che più viene messa in evidenza è la sua leggerezza: contro ogni convinzione comune, che si rivela del tutto errata, a parità di volume il granito pesa quanto l'alluminio, uno dei metalli più leggeri, e quasi tre volte in meno rispetto all'acciaio.

Attraverso uno speciale processo brevettato, lastre in pietra, soprattutto granito, dopo essere sottoposte a pre-carico, vengono laminate su un lato o su entrambi con un tessuto in fibra di carbonio. In generale la pietra è un materiale con buone proprietà meccaniche, economico e, soprattutto, disponibile in grande quantità; resiste molto bene agli shock termici, offre un basso coefficiente di espansione termica ed è caratterizzato da un peso specifico che, a seconda delle tipologie, varia tra 2,7 e 2,9 g/cm³. Grazie al contributo delle fibre in carbonio, è possibile aumentare le prestazioni tecniche della pietra ed evitare rotture fragili; addirittura, entro determinati limiti di condizioni e di geometrie, il materiale lapideo è in grado di flettere e di resistere ad elevati carichi senza rompersi.



Tessuto lino/vetro



Nanotubi di carbonio

Questa particolare proprietà è anche legata al pre-carico a cui è sottoposto durante il processo di produzione: si può dunque parlare di una pietra comprimibile e flessibile. Per effetto della combinazione del granito e della fibra di carbonio, il prodotto finale si propone sul mercato come ottimo sostituto di acciaio, alluminio e calcestruzzo; può essere anche impiegato in prodotti oggi totalmente realizzati in composito di fibra di carbonio che sono resistenti ma costosi. La sua resistenza a compressione, che tradizionalmente in un granito è pari a 200 N/mm², raggiunge il valore di 300 N/mm², lo stesso dell'acciaio, rispetto al quale, però, è molto più leggero; il suo peso specifico è infatti paragonabile a quello dell'alluminio (2,7 g/cm³) e inferiore rispetto all'acciaio (circa 7,8 g/cm³). Il composito pietra-fibra di carbonio inoltre mostra un comportamento dinamico interessante in quanto assicura un elevato assorbimento delle vibrazioni; la presenza dell'elemento granitico compensa infatti la rigidità della fibra di carbonio che, viceversa, essendo molto elastica, non porta da sola alcun effetto ammortizzante.

Questo materiale è impiegato in diversi campi industriali come sostituto di materiali convenzionali non solo per una riduzione del peso ma anche per creare nuove opportunità e nuove forme estetiche alla progettazione. L'edilizia è uno dei settori più importanti che utilizza questo nuovo composito come sostituto leggero ma resistente - soprattutto a flessione, caratteristica richiesta durante i fenomeni sismici - di pesanti strutture in sola pietra, come travi, pilastri o elementi interi di edifici.

Nel settore dell'arredamento viene già impiegato per realizzare piani da cucina o addirittura di cottura dove si combina l'aspetto nella pietra naturale con un sistema integrato di piastre ad induzione; anche il mondo sportivo ha colto le opportunità offerte da questa nuova tecnologia e ha proposto al mercato un nuovo paio di sci realizzati in pietra naturale. Oltre alla resistenza alla pressione, il materiale mostra buona elasticità unita alla capacità di attutire le oscillazioni e dona quindi allo sci elevata scorrevolezza e una sensazione di piacere alla sciata. Nel settore degli strumenti musicali è stato realizzato un prototipo di chitarra con il corpo in granito composito; deve essere ancora testato il suo comportamento al variare della tipologia di pietra naturale usata ma, secondo quanto hanno riferito alcuni musicisti professionisti a seguito delle prime prove sul prototipo esistente, si è già notato un suono molto particolare, morbido e ricco di sfumature, soprattutto nei toni bassi; il suono che viene prodotto è simile a quello di una chitarra a dodici corde.

Infine, anche dal punto di vista estetico è oggi possibile ottenere materiali compositi dal "look" rinnovato: grazie a speciali trattamenti serigrafici è possibile ad esempio rendere la fibra di carbonio, notoriamente di colore nero, con effetti cangianti, perlato, o colorati. Grazie a l'impiego di tessuti ibridi è possibile poi combinare fibre di natura differente, ad esempio Carbonio- Vetro, oppure Vetro-Aramidiche o Carbonio - Aramidiche, ma anche soluzioni ibride con filati poliestere in grado di introdurre una nota di colore molto gradita soprattutto nel settore dell'articolo sportivo.



Compositi termoplastici



Fibra di basalto



Rivestimenti superficiali estetici per compositi in fibra di carbonio



Pietra flessibile Granito - Carbonio