



I pultrusi

Semilavorati in materiale composito per applicazioni industriali

La pultrusione può essere definita sinteticamente come la tecnologia che permette la produzione automatizzata e continua di profili a sezione costante in materiale composito; con il termine pultrusi si indicano i prodotti realizzati attraverso questo processo tecnologico. I materiali pultrusi appartengono alla famiglia degli FRP, Fiber Reinforced Polymers, ossia "materiali polimerici fibrorinforzati"; si tratta di materiali compositi strutturali,

che si compongono di una "carica" o "elemento di rinforzo", in grado di resistere alle sollecitazioni a cui il materiale sarà sottoposto e di una "matrice" che ha principalmente lo scopo di dare forma e geometria al materiale inglobando l'elemento rinforzante. L'unione di questi due componenti è finalizzata all'ottimizzazione delle prestazioni di entrambi. Nel caso dei materiali pultrusi l'elemento rinforzante si compone di fibre di diversa natura e la matrice è una resina polimerica di tipo



Semirimorchio con componenti in pultruso
(Foto per concessione MaTech)



Isolamento di un sistema tranviario
- (Foto per concessione MaTech)



Utilizzo di pultrusi
nelle stecche per vela
(Foto per concessione MaTech)



Veicolo commerciale
con componenti in pultrusi
(Foto per concessione MaTech)

termoindurente o termoplastico. Rispetto ad altri materiali compositi, la componente principale dei pultrusi non è la resina ma la fibra, presente in percentuale molto alta (60% minimo in volume); per questo motivo è corretto parlare di fibra impregnata e non di resina rinforzata. Gli FRP di sicuro non sono dei materiali nuovi, dato che uno dei primi esempi è la vetroresina, già ampiamente conosciuta a partire dagli anni '40 nel settore delle costruzioni di barche. L'innovazione dei prodotti FRP-pultrusi deve essere ricercata nel processo produttivo; infatti la pultrusione è di sicuro a oggi uno dei processi più standardizzati e automatizzati nel settore dei materiali compositi che, generalmente, si contraddistingue per l'impiego di tecnologie produttive artigianali. Le tecniche di lavorazione manuali sono idonee a essere applicate in settori (i.e. Aeronautico, militare, formula 1) dove i volumi in gioco sono limitati e il costo del pezzo finale non è un fattore altamente discriminante nella scelta del prodotto; si tratta di tecniche che non permettono una buona riproducibilità dei pezzi e hanno costi elevati. Negli ultimi anni però, i prodotti pultrusi si affacciano al settore dell'edilizia/architettura, comunemente conosciuto per i grandi volumi di materiale in gioco e per il basso valore aggiunto dei materiali in

uso; questo è stato possibile grazie alla produzione in serie di profili pultrusi standard che ha limitato in modo sensibile i costi dei semilavorati in composito. A partire dal 1980 i primi profili pultrusi vengono utilizzati per la realizzazione di tubi e canaline nel settore elettrico, ma è soprattutto negli ultimi anni che questi materiali vengono giustamente valutati in tutte le loro potenzialità e trovano ampio spazio in numerose e differenti applicazioni.

La tecnologia di processo

La parola pultrusione si compone di due termini inglesi "pull" ed "extrusion" che possono essere tradotti come "estrusione per trazione"; infatti, contrariamente a quanto avviene nell'estrusione tradizionale, ad esempio delle leghe di alluminio o di polimeri termoplastici, in cui il materiale viene spinto attraverso una maschera di estrusione, la tecnologia di pultrusione prevede un trascinarsi controllato di fibre continue (le fibre vengono tirate e non spinte) attraverso un bagno di resina per l'impregnazione a cui segue il passaggio in una trafila per conferire la sezione voluta al particolare. Le principali fasi del processo possono essere così sinteticamente

elencate:

- Preparazione e alloggiamento delle fibre di vetro
- Zona di impregnazione delle fibre nella resina
- Preformatura

In queste prime tre fasi le fibre di rinforzo vengono alloggiare e guidate verso la zona di impregnazione passando attraverso una stazione di preformatura che si compone di un sistema di maschere guida, utili a fare assumere alle fibre la corretta disposizione spaziale per poi essere accuratamente modellate nelle fasi successive. L'impregnazione di tutte le fibre di rinforzo avviene durante l'attraversamento in una vasca contenente la matrice polimerica (resina).

- Stampo/trafila

In questa fase il materiale composito (fibre di vetro impregnate con resina) viene tirato attraverso uno stampo/trafila riscaldato; la temperatura dello stampo/trafila innesca la polimerizzazione della resina che si conclude con l'indurimento della matrice resinosa. Alla fine, esce dallo stampo di pultrusione un profilo completamente polimerizzato e con le volute dimensioni della sezione.

- Dispositivo di tiro

Il meccanismo di tiro può essere costituito da un traino cingolato o da due carri alternati al fine di assicurare il movimento continuo.

-Taglio dei profili attraverso un sistema automatizzato.

La pultrusione è soprattutto indicata per particolari strutturali rettilinei anche di grandi dimensioni; il processo di produzione in continuo la rende competitiva rispetto alla tecnologia dei compositi tradizionali da impregnazione.

Materiali utilizzati

Come anticipato sopra, trattandosi di materiali FRP composti di una matrice polimerica e di un elemento rinforzante fibroso, il prodotto finale può essere progettato in funzione dell'applicazione finale, delle prestazioni richieste in termini di costi, caratteristiche meccaniche, termiche, elettriche, etc. I principali rinforzi utilizzati nella realizzazione di profili pultrusi sono: **Fibre di vetro**, nel caso sia richiesto un buon isolamento termico/fuoco, buona resistenza meccanica e un costo contenuto; **Fibre aramidiche**, nel caso vengano richieste ottime prestazioni meccaniche in particolare per applicazioni balistiche e per resistenza all'impatto; **Fibre di carbonio**, nel caso in cui si voglia una forte riduzione di peso associata ad un'elevata rigidità e a una limitata dilatazione termica; **Fibre naturali** o di derivazione naturale, nel caso di applicazioni a basso costo. Le fibre possono essere utilizzate in forma di filato o di tessuti, mat o tessuti multiassiali; in funzione dei prodotti utilizzati si andrà a migliorare la trasversalità

CUSCINETTI SPECIALI IN ACCIAIO

CUSCINETTI IN MATERIALE TERMOPLASTICO

CUSCINETTI ASSIALI

Cuscinetti speciali su disegno in acciaio e acciaio rivestito in plastica. Una vasta gamma produttiva e qualitativa per le più varie esigenze: forni, rinficatori, anche in acciaio inox e altri materiali resistenti alla corrosione.

Una vastissima gamma realizzata interamente in materiale termoplastico per le più svariate applicazioni. Resistenti alla corrosione, economici, autolubrificanti, per alimenti, silenziosi, realizzabili su disegno. La OTAR fornisce il servizio completo, dalla studio dell'applicazione alla produzione.

Cuscinetti assiali speciali in varie esecuzioni: completi di dischi in acciaio. Una vasta gamma qualitativa consente di risolvere efficacemente anche problematiche relative all'applicazione di cuscinetti assiali reggispinta.

OTAR

OTAR srl Lungobisogno Isola 29 M.e. I-16141 Genova (Italia)
Tel. 010.835.66.85 r.a. Telefax 010.835.66.95 www.otar.it e-mail: otar@otar.it



Piattaforma di atterraggio per elicotteri - (Foto per concessione MaTech)



Passerelle metrò - (Foto per concessione MaTech)

CONFRONTO TRA PROFILI PULTRUSI E PROFILI IN ALLUMINIO

PROPRIETÀ	PULTRUSI	PROFILI ALLUMINIO
Resistenza alla corrosione	Molteplici sostanze chimiche in funzione della tipologia di matrice e rinforzo scelto	È consigliabile proteggere l'alluminio con trattamenti superficiali (vernici o trattamenti galvanici) È soggetto a fenomeni di corrosione galvanica
Peso	1,75 [gr/ cm ³]	2,7 [gr/ cm ³]
Conducibilità termica ed elettrica	Isolante elettrico, Alta rigidità dielettrica Conducibilità termica 0,3 [W/m ² K]	Conduttore elettrico, Conducibilità termica 150-200 [W/m ² K]
Coefficiente di espansione termica lineare	9-11 x 10 ⁻⁶ [mm/mm/°K]	23-24 x 10 ⁻⁶ [mm/mm/°K]
Resistenza longitudinale a flessione e trazione	400-500 MPa	300MPa
Resistenza all'urto	Resistenze ad urti senza deformazione plastica anche a T < 0°C	Resistenza all'urto con deformazione
Radio e radar trasparenza	Trasparente alle onde elettromagnetiche	Riflette le onde elettromagnetiche

delle prestazioni meccaniche (tessuti e mat) e la qualità estetica dei profili realizzati. Le resine più comunemente utilizzate per la realizzazione di profili pultrusi sono le resine termoindurenti di tipo poliestere, vinil-estere, fenolica ed epossidica. Uno dei limiti dei profili pultrusi è stato quello di produrre solo sezioni costanti e particolari rettilinei; oggi sono presenti sul mercato prodotti che utilizzando resine termoplastiche che permettono di realizzare forme e strutture complesse attraverso un successivo processo di termoformatura. In questo senso si segnala l'impiego di pultrusi termoplastici per la realizzazione di archi da tiro e per alcuni componenti utilizzati nel settore nautico.

Caratteristiche tecniche e funzionali dei pultrusi

Le caratteristiche meccaniche, fisiche, termiche ed elettriche di questi materiali dipendono dal tipo di matrice e dal tipo di rinforzo utilizzati; la possibilità di cambiare la formulazione della resina, il contenuto e il tipo di fibra di rinforzo, permette un'elevata flessibilità nella variazione dei prodotti in termini di prestazioni. Modificando la tipologia

di matrice (resina termoindurente o termoplastica) è possibile ad esempio migliorare la resistenza alla corrosione, la resistenza al fuoco, l'isolamento elettrico, oppure ridurre la tossicità dei fumi emessi in caso di combustione o ridurre l'assorbimento di acqua. In altro modo, agendo sul materiale rinforzante è possibile aumentare principalmente le proprietà meccaniche quali rigidità longitudinale/trasversale del profilo, resistenza a pressione specifica o ridurre il peso del profilo. In generale, si può affermare che le diverse tipologie di pultrusi sono comunque caratterizzate da buona resistenza alla corrosione, bassa conducibilità termica ed elettrica, basso peso specifico, trasparenza magnetica ed elettromagnetica, elevata resistenza meccanica, stabilità dimensionale, assenza di manutenzione e facilità di posa in opera. Si possono realizzare profili sia pieni che cavi, a sezione rettangolare, tonda, ellittica, rombica, mista o personalizzata e le matrici in resina possono essere prodotte in quasi tutte le colorazioni e anche verniciate a posteriori.

PROPRIETÀ MECCANICHE DEI PROFILI PULTRUSI

PROPRIETÀ	UNITÀ	SCATOLATI (ROVING & MAT)	PIATTI (ROVING & MAT)	TONDI (TUTTO ROVING)
Peso specifico	gr/cm ³	1.64-1.80	1.66-1.80	1.6-2.0
Resistenza a flessione (longitudinale /trasversale)	MPa	Long: 210 Trasv: 70	Long: 210-500 Trasv: 90-125	Long: 690-1250
Modulo a flessione (longitudinale/trasversale)	GPa	Long: 8-15 Trasv: 4-8	Long: 10-19 Trasv: 5-10	Long: 26-40
Resistenza a trazione (longitudinale/trasversale)	MPa	Long:210-340 Trasv: 35-60	Long: 200-500 Trasv: 60-100	Long: 690-1240
Modulo a trazione (longitudinale/trasversale)	GPa	Long: 20-28 Trasv: 5-10	Long: 12-25 Trasv:5-10	Long: 26-40

Applicazioni

La combinazione di buone proprietà meccaniche (elevato modulo elastico e resistenza a trazione) con ottime proprietà di resistenza alla corrosione e in particolare ad agenti chimici inquinanti rende i pultrusi adatti a impieghi industriali per l'edilizia. Le caratteristiche funzionali dei pultrusi sono sfruttate anche da altri settori quali ad esempio i trasporti commerciali per la realizzazione di semirimorchi (resistenza agli agenti atmosferici, agli urti, manutenzione limitata), veicoli commerciali frigoriferi, camion e i settori della nautica ed automobilistico. In

edilizia la produzione di profili di finestre e porte ha. I pultrusi offrono una grande stabilità dimensionale, ottimo isolamento termico, buone resistenze meccaniche combinate al peso ridotto e all'eccellente resistenza alla corrosione. Altri interessanti applicazioni si stanno sviluppando nel settore sportivo e nell'automotive. ■

Il vostro parere conta!

Scrivete le vostre riflessioni, i vostri dubbi e le vostre richieste sull'argomento all'indirizzo: ilprogettista.industriale@tecnichenuove.com



©Dierich Associati Prato

+ **LINOPHRYNE ARBORIFERA**
pressione: 213 bar
livello: -2,120 metri
temperatura: 6°C
velocità: 36 km/h
+

Tutti i parametri sotto controllo anche nelle situazioni più estreme. EUROSITCH garantisce "naturalmente" risposte affidabili, efficienti e flessibili alle richieste per ogni tipo di applicazione. EUROSITCH, da oltre 25 anni, è Azienda leader nella progettazione e produzione di sensori di livello, pressostati, vuotostati, sensori di temperatura, termostati e sensori di rotazione ad effetto Hall, con sistema di Qualità certificato UNI-EN-iso 9001-2000.

TEMPERATURA



LIVELLO



PRESSIONE



ROTAZIONE





EUROSITCH
www.euroswitch.it

Via provinciale, 15 • 25057 Sale Marasino (Brescia) Italy • Tel. +39 030 986549 r.a. Fax +39 030 9824202 • info@euroswitch.it

Segnare 608584 cartolina servizio informazioni