

Filament Winding: la tecnologia di Fibercompositi per cilindri e tubi in fibra di carbonio ad alto modulo



Fibercompositi (Cerete – BG, Italia) è da anni un punto di riferimento nell'innovazione dei materiali compositi, con un focus sull'ingegnerizzazione e produzione di componenti in fibra di carbonio ad alte prestazioni destinati ad applicazioni industriali impegnative.

Tra le nostre tecnologie principali, il **filament winding** rappresenta un processo altamente efficiente e ripetibile per realizzare cilindri e tubi in fibra di carbonio ad alto modulo, caratterizzati da proprietà meccaniche superiori, stabilità dimensionale e affidabilità nel lungo periodo.

Il nostro approccio unisce analisi ingegneristiche, selezione dei materiali e produzione avanzata controllata da CNC, consentendo ai clienti di ottenere livelli prestazionali difficilmente raggiungibili con soluzioni metalliche tradizionali.

Che cos'è il Filament Winding

Il filament winding è un processo avanzato per la produzione di materiali compositi, nel quale fibre di carbonio continue — pre-impregnate o impregnate in linea con resina — vengono avvolte con precisione su un mandrino rotante seguendo traiettorie controllate dal controllo numerico e progettate per resistere ai carichi meccanici richiesti.

Dopo la fase di cura, il mandrino viene rimosso, lasciando una struttura composita leggera, molto rigida e con prestazioni meccaniche altamente ingegnerizzate.



Il processo è ideale per componenti in fibra di carbonio ad alto modulo poiché massimizza l'allineamento delle fibre — il fattore principale che determina la rigidità — riducendo al minimo il contenuto di resina non necessario e il peso complessivo.

In Fibercompositi, la nostra tecnologia consente di produrre tubi e cilindri con diametri da circa 70 mm a 300 mm e lunghezze fino a 7 metri rendendo possibile la realizzazione di elementi strutturali lunghi, rigidi e leggeri con prestazioni meccaniche precise.

Principi fondamentali del processo

- **Posizionamento controllato delle fibre** - Le fibre vengono deposte secondo angoli predefiniti (circonferenziali, elicoidali, assiali o ibridi), per ottenere la rigidità desiderata a flessione, torsione o trazione.
- **Integrazione della matrice resinosa** - Resine termoindurenti legano le fibre in una struttura unica, garantendo trasferimento dei carichi, resistenza ambientale e stabilità dimensionale.
- **Geometria definita da mandrino** - Il mandrino determina la geometria interna finale e la precisione dimensionale del componente.
- **Cura e consolidamento** - Cicli termici e di pressione ottimizzano il rapporto fibra/resina, riducono i vuoti e assicurano proprietà meccaniche costanti.

Flessibilità geometrica

Sebbene comunemente associato ai tubi cilindrici, il **filament winding** non è limitato a semplici sezioni circolari. Con attrezzature adeguate e una cinematica macchina appropriata, consente la produzione di:

- **Tubi e rulli cilindrici** – componenti a diametro costante per applicazioni rotative o strutturali.
- **Forme coniche o rastremate** – strutture a diametro variabile come alberi di transizione, condotti aerospaziali o travi ottimizzate in base ai carichi.
- **Sezioni rettangolari o non circolari** – travi strutturali, telai e geometrie ibride in cui la rigidità flessionale in un asse è prioritaria.
- **Profili ibridi** – combinazioni di segmenti cilindrici e prismatici all'interno di un'unica struttura monolitica.

Questa adattabilità geometrica permette agli ingegneri di ottimizzare la distribuzione del materiale esattamente dove si generano i carichi, evitando l'uso di spessori uniformi tipico delle parti metalliche.

Vantaggi tecnici rispetto ai processi tradizionali

Rispetto a pultrusione, roll-wrapping o lavorazione di metalli:

- **Rapporto rigidità/peso ottimizzato** grazie all'orientamento continuo delle fibre, allineato ai reali percorsi dei carichi.
- **Architetture di avvolgimento personalizzate**, progettate per resistere a flessione, torsione, vibrazioni o stati di carico combinati.
- **Alta ripetibilità e automazione**, che garantiscono precisione dimensionale e uniformità tra un lotto produttivo e l'altro.

- **Uso efficiente del materiale**, riducendo gli scarti e permettendo rinforzi localizzati senza sovradimensionare l'intero componente.
- **Scalabilità in lunghezza e diametro**, rendendo il processo adatto a elementi strutturali lunghi e rulli di grandi dimensioni.
- **Controllo della superficie e dello spessore**, che permette tolleranze ristrette e un comportamento dinamico prevedibile.

Risultati funzionali

I componenti realizzati offrono:

- elevata rigidità assiale e flessionale
- alta rigidità torsionale
- bassa espansione termica
- resistenza alla corrosione
- eccellente smorzamento delle vibrazioni

Il filament winding permette quindi di realizzare componenti leggeri ma estremamente rigidi, ideali in applicazioni industriali, aerospace, automazione ed energia.

Applicazioni chiave dei cilindri e dei tubi in carbonio ad alto modulo

I cilindri e i tubi in fibra di carbonio ad alto modulo realizzati con tecnologia filament winding da Fibercompositi sono progettati per garantire il massimo rapporto rigidità/peso, un'elevata stabilità dimensionale, resistenza alla corrosione e smorzamento delle vibrazioni, all'interno di geometrie di diametro medio-grande.

Queste proprietà li rendono ideali nei settori in cui precisione, velocità e durabilità sono elementi critici, in particolare per applicazioni che richiedono luci elevate o componenti strutturali o rotanti che rientrano nel campo dimensionale indicato.

1. Industria Flessografica

Utilizzi tipici

- Rulli da stampa porta maniche
- Rulli anilox e rulli folli



Perché utilizzare cilindri in carbonio

- Deflessione minima alle alte velocità di rotazione, garantendo precisione di stampa su formati larghi.
- Bassa inerzia, che consente cicli di avvio/arresto più rapidi e maggiore produttività.

- Ottimo bilanciamento e controllo delle vibrazioni, migliorando la qualità di registro, riducendo la manutenzione.

Contesto applicativo esistente

Linee di stampa etichette, packaging flessibile e converting filmico, dove alberi lunghi e di piccolo diametro operano ad alti RPM e richiedono precisione a livello di micron.

2. Industria Cartaria & Converting

Utilizzi tipici

- Rulli di pressatura e calandra
- Anime e rulli di trasporto per nastri e fogli



Perché utilizzare cilindri in carbonio

- Elevata rigidezza a flessione sotto carichi elevati, che previene deformazioni.
- Resistenza all'usura e alla corrosione in ambienti umidi o chimicamente aggressivi.
- Struttura leggera, che riduce lo stress sui cuscinetti e il consumo energetico.

Contesto applicativo esistente

Linee di converting tissue, ondulazione, coating, laminazione e taglio longitudinale, dove luci elevate e carichi continui causerebbero normalmente flessione e deformazione dei rulli in acciaio.

3. Automazione, Robotica & Sistemi Lineari

Utilizzi tipici

- Tubi per attuatori lineari
- Sezioni strutturali per bracci robotici
- Travi strutturali per sistemi pick-and-place



Perché utilizzare cilindri in carbonio

- Rigidezza eccezionale con peso minimo.
- Riduzione della coppia richiesta ai motori.
- Maggiore precisione di posizionamento e aumento della velocità di ciclo.

Contesto applicativo esistente

Automazione industriale, movimentazione di semiconduttori, robot per packaging e apparecchiature per assemblaggi di precisione.

4. Energia & Trasmissioni Meccaniche Leggere

Utilizzi tipici

- Alberi di trasmissione
- Tubi di torsione
- Elementi tubolari strutturali in gondole o sistemi ausiliari



Perché utilizzare cilindri in carbonio

- Rapporto rigidità/peso eccezionale, che riduce la massa della trasmissione.
- Riduzione del peso, con conseguente miglioramento dell'efficienza e dell'accelerazione.

- Elevata rigidità torsionale, per una trasmissione di potenza precisa.
- Minore inerzia rotazionale, ideale per applicazioni ad alta velocità.

Contesto applicativo esistente

Motori elettrici, unità di potenza ausiliarie, macchinari da laboratorio e sistemi meccanici di precisione.

5. Energia & Gestione dei Fluidi

Utilizzi tipici

- Tubi idraulici o pneumatici
- Cilindri e rulli esposti a sostanze chimiche o a temperature controllate



Perché utilizzare cilindri in carbonio

- Resistenza alla pressione con peso ridotto, ideale per sistemi mobili o robotici.
- Compatibilità chimica con fluidi aggressivi.
- Stabilità termica per processi riscaldati o raffreddati.

Contesto applicativo esistente

Linee di automazione, processi chimici e apparecchiature specialistiche che richiedono condotti o componenti rotanti non metallici e non corrosivi.

6. Aerospace & Difesa

Utilizzi tipici

- Tubi strutturali e rulli impiegati in sistemi di attuazione o guida
- Elementi di supporto leggeri per UAV, interni aeronautici e assemblaggi radar



Perché utilizzare cilindri in carbonio

- Eccezionale rapporto rigidità/peso, ideale per componenti critici per il volo.
- Resistenza ai carichi dinamici e capacità di smorzamento delle vibrazioni.
- Bassa espansione termica, essenziale per assiemi di precisione.

Contesto applicativo esistente

Sottosistemi aerospaziali, apparecchiature di terra per satelliti e piattaforme per la difesa, in cui affidabilità, ripetibilità e ottimizzazione della massa sono requisiti fondamentali.

Vantaggi dei cilindri in carbonio ad alto modulo e del Filament Winding

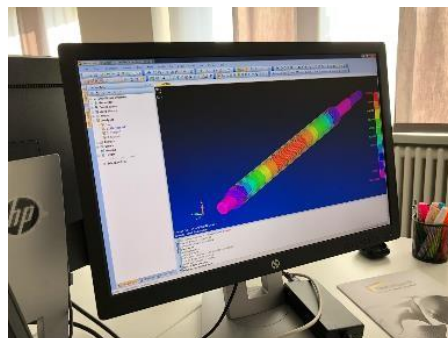
- **Rigidità e resistenza superiori:** Le fibre ad alto modulo garantiscono prestazioni meccaniche eccezionali anche per grandi diametri e lunghezze estese.
- **Prestazioni leggere:** Fino al 70% di riduzione del peso rispetto a strutture metalliche equivalenti, consentendo maggiore efficienza e una gestione più agevole.
- **Precisione dimensionale:** Tolleranze ristrette ed eccellente concentricità assicurano la compatibilità con macchinari di alta precisione.
- **Ripetibilità del processo:** Il processo è eseguito da una macchina CNC controllata da un programma che garantisce la costanza dei componenti prodotti.
- **Durabilità:** Eccellente resistenza alla deformazione.
- **Resistenza chimica e ambientale:** Adatti a fluidi aggressivi, umidità e variazioni di temperatura.
- **Flessibilità progettuale:** Diametro, spessore della parete, orientamento delle fibre e sistema resinoso possono essere completamente personalizzati.
- **Capacità di integrazione:** Possibilità di incorporare inserti metallici, attacchi terminali o strutture ibride all'interno del design composito.

Fibercompositi: tecnologia, competenza e partnership industriale

Situata a Cerete (Bergamo, Italia), Fibercompositi unisce competenze ingegneristiche, tecnologie di produzione avanzate e una profonda conoscenza dei materiali per supportare i clienti dalle prime fasi di progettazione fino alla produzione finale.

Il nostro flusso di lavoro tipicamente include:

- **consulenza tecnica**
- **ingegneria dei laminati**
- **prototipazione**
- **produzione in serie**
- **ottimizzazione continua**



Dalla prototipazione in piccole serie alla fornitura industriale su larga scala, Fibercompositi offre un approccio flessibile e orientato alle prestazioni, focalizzato su affidabilità, precisione e collaborazione a lungo termine.

Per le aziende che cercano cilindri, rulli o tubi strutturali in carbonio ad alte prestazioni, Fibercompositi fornisce soluzioni innovative, leggere e durevoli, progettate per applicazioni industriali critiche e altamente impegnative.