

Telaio in carbonio per vetture GT

1. Dopo aver assemblato il telaio Atr dai subcomponenti in Rtm, l'intera struttura viene polimerizzata in autoclave per garantire che la pressione ed il calore siano sufficienti a produrre una struttura monoscocca.
Fonte Atr Group.



Utilizzando materiale composito è possibile ridurre il peso del 35% rispetto a un progetto in alluminio.

Nella fase produttiva, grazie ad avanzate tecniche,

è possibile costruire fino a venti telai

al giorno, risparmiando

il 55% dei costi rispetto ai metodi tradizionali.

Ecco come

È stato chiamato il materiale dei sogni di un ingegnere automobilistico. Capace di prendere qualsiasi forma mantenendo rigidità, resistenza e leggerezza, da anni la fibra di carbonio è il materiale prescelto per costruire parti strutturali e componenti aerodinamiche per vetture da corsa e prestigiose supercar dal costo superiore a 500.000 euro. Tuttavia l'utilizzo della fibra di carbonio per produzioni automobilistiche di serie sembra ancora molto lontano, a causa del costo elevato ed i ritmi di produzione relativamente bassi.

L'aspirazione di Atr Group, un gruppo industriale italiano che si occupa di progettazione, prototipazione e realizzazione di parti strutturali e componentistica in materiali compositi avanzati in fibra di carbonio, consiste nel mutare decisamente questo paradigma.

L'azienda, che si configura da anni come un autentico portabandiera dell'hi-tech italiano, protagonista assoluto a livello mondiale nel settore della lavorazione e trasformazione della fibra di carbonio, ha deciso di allargare il proprio mercato in ambito Automotive anche al settore delle vetture Gran Turismo.

Il progetto

Il mercato automobilistico delle vetture GT, dove la concorrenza e le moderne normative di omologazione impongono lo sviluppo di vetture con notevoli contenuti di rigidità, sicurezza passiva, leggerezza e costi limitati, ha stimolato lo sviluppo del nuovo progetto di Atr Group. Si chiama Composite space frame technology, un progetto completamente concepito all'interno dell'Engineering department

del Gruppo. Riferimento di partenza è stata l'esperienza esclusiva acquisita da Atr Group nel realizzare i telai di supercar prestigiose come Ferrari F50, Porsche Carrera GT, Maserati MC12 e Mcs, Bugatti Veyron e Ferrari Fxx. Alle spalle dell'esperienza pionieristica della F50, i telai costruiti con la tecnologia dei compositi avevano l'esclusiva applicazione nelle vetture sportive. L'aspetto tecnologico principale dei telai da supercar risiede nella realizzazione in una unica stampata, con una costruzione in sandwich (pelli in resina epossidica rinforzata in fibra di carbonio o aramidica e core in honeycomb d'alluminio o aramidico). L'intero telaio è un unico assieme detto monoscocca, vale a dire privo di giunzioni. In tal modo si ottengono le massime prestazioni in termini di resistenza a stress, impatti, fatica, vibrazioni o rigidità, anche la stabilità dimensionale ne beneficia oltre all'ottimo risultato estetico. I limiti sono da individuarsi nei numeri di produzione e nei costi: l'esperienza della Porsche Carrera GT, che rappresenta il limite massimo ottenibile sia in termini di ritmo di produzione (quattro vetture complete al giorno) sia in termini di volume totale di produzione (1.250 vetture), dimostra che tale tecnologia non può che attestarsi su livelli di costo e di prezzo comunque selettivi.

Attenzione ai costi

Di conseguenza il Gruppo Atr ha selezionato per il progetto Composite space frame technology i seguenti obiettivi: in primo luogo la massima riduzione dei costi unitari; secondo, un ritmo di produzione di 20 telai al giorno, con un volume produttivo totale di circa 20.000 telai; infine, le prestazioni del telaio in termini di rigidità, sicurezza passiva e comfort devono essere in linea con quanto si può normalmente ottenere dai materiali compositi avanzati, in modo tale da ottenere migliori performances rispetto ai moderni space frame in lega di alluminio.

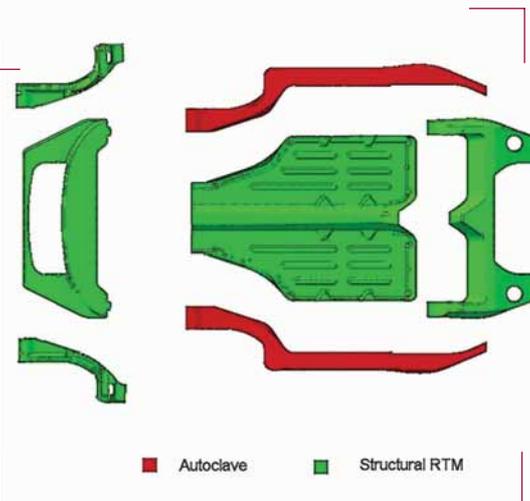
Nel dettaglio i tre elementi prestazionali fondamentali perseguiti da Atr Group sono stati la rigidità globale, la resistenza agli impatti e il comportamento modale.

Il software Msc Nastran per finite element analysis (Fea) di Msc Software è stato utilizzato per determinare le forme e gli spessori dello space frame e per ottenere la rigidità necessaria a sostenere carichi specifici anche in funzione dei gruppi meccanici della vettura che vanno sostenuti

2. Il telaio è composto di sette moduli. Cinque (in verde) saranno realizzati con un processo Rtm mentre i due moduli rimasti, i longheroni (in rosso), saranno realizzati in autoclave. Fonte Atr Group.

3. Il telaio space frame di Atr è un progetto realizzato interamente con compositi.

Può essere adattato alle necessità specifiche del progetto automobilistico del costruttore. Fonte Atr Group



(come il motore e la trasmissione), le strutture di sicurezza anteriori e posteriori a deformazione progressiva, infine gli elementi della scocca, portiere laterali comprese. Il software della Msc Patran è stato utilizzato anche per modellare il laminato, per progettare l'orientamento delle fibre, per definire gli strati di tessuti di fibra di carbonio nonché per ottimizzare le capacità vibroassorbenti. Inoltre strumenti software della Altair Engineering, HyperWorks compresa, sono stati utilizzati per ottimizzare il progetto in fase di produzione. La nuova architettura che ne è derivata implementa dimensioni e contenuti funzionali tipici del segmento GT: il telaio risulta più lungo e più largo per accogliere un vano abitacolo più ampio ed ergonomico; le aumentate dimensioni del giro porta e le ridotte dimensioni dei longheroni aumentano la facilità di accesso in vettura.

Telaio assemblato, ma unica stampata

È stata elaborata una scomposizione in 7 moduli o elementi costitutivi funzionali al prodotto (fi-

gura 1): il pavimento, il volume serbatoio, i due montanti anteriori, il pannello plancia e due longheroni. L'innovazione fondamentale consiste nel selezionare per ciascuno dei componenti il processo di trasformazione più idoneo e conveniente.

La vasta gamma di tecnologie di cui si è dotata Atr Group, dall'Rtm alle tecnologie da pressa o a quelle di infusione e, laddove risultati ancora conveniente, anche l'autoclave,

permettono di prevedere per ciascun componente una tecnologia produttiva dedicata. In fase di assemblaggio in autoclave, l'innovazione tecnologica del Composite space frame consiste nel fatto che gli stampi formatori dei singoli componenti sono distinti dallo stampo assemblatore: i singoli componenti pervengono sullo stampo di assemblaggio già stampati, polimerizzati ed estratti dagli stampi formatori. Questo consente un significativo incremento della produttività totale degli stampi. Le parti Rtm sono destinate ad essere unite in un unico stampo matrice per l'assemblaggio. Le parti che vengono assemblate per ultime sono i longheroni, i due elementi sui fianchi del telaio che sostanzialmente vanno a formare le parti inferiori delle portiere, che sono stati progettati per essere integrati con gli altri cinque componenti andando a formare un unico telaio. Nonostante i singoli pezzi arrivino all'assemblaggio già polimerizzati, una particolare tecnica di giunzione dei componenti, tramite l'autoclave (figura 2), permette di evitare qualsiasi incollaggio per semplice interposizione di adesivi, e ciò garantisce la continuità microstrutturale del ma-

teriale lungo tutta la struttura.

Il risultato è un telaio assemblato che si presenta, però, come un prodotto ottenuto da una stampata unica, non è infatti riscontrabile alcuna discontinuità sulla sua superficie. Non risulta avere alcun punto più debole di altri; sostanzialmente è una struttura in un unico pezzo (monolitica), il che costituisce un vantaggio rispetto ai telai in alluminio composti da molteplici parti saldate o incollate assieme. Il prototipo di telaio Composite space frame mostrato nelle immagini (figure 3 e 4) è solo un modello dimostrativo, il progetto del telaio può essere variato nelle dimensioni e nella forma e potrà essere realizzato su misura per ogni cliente a seconda del modello della vettura. L'assenza di veri e propri giunti garantisce efficienza strutturale e notevole robustezza delle prestazioni di sicurezza passiva. Anche la stabilità dimensionale e la qualità estetica del telaio beneficiano enormemente di questa tecnica.

I miglioramenti

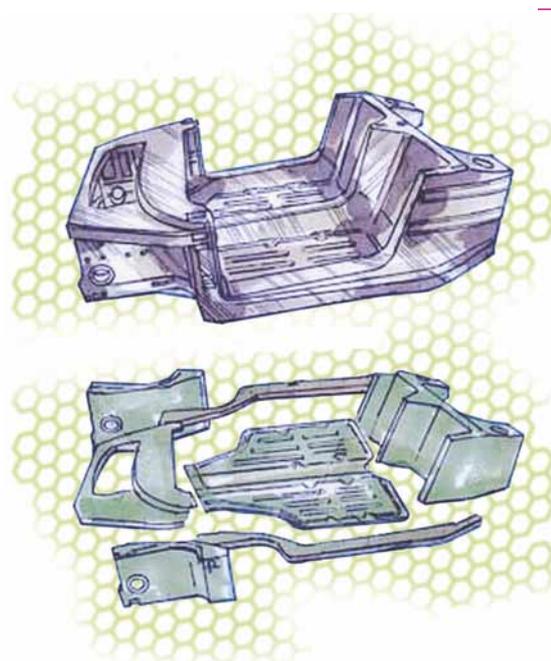
Nel Composite space frame la struttura sandwich viene sostituita da un laminato in resina epossidica rinforzato in fibra di carbonio (cosiddetto laminato solido o laminato monolitico o laminato 'a spessore') che varia in spessore da 1,5 a 10 mm.

Ciò permette di contenere i costi sia dal punto di vista delle materie prime e semilavorati, sia dal punto di vista dell'incidenza della manodopera (si elimina di fatto la fase di laminazione manuale dei film adesivi, dei core e dei cicli di polimerizzazione intermedie). Dal punto di vista strutturale quello che si verifica è una variazione sostanziale sul modo di lavorare della struttura stessa: si passa infatti da uno schema strutturale a rigidità distribuita sui pannelli, ad una rigidità concentrata sugli elementi portanti, uno schema cioè a travi. È in quest'ultimo aspetto che risiede la vera chiave innovativa di Composite space frame. Per quanto riguarda gli equipaggiamenti, quando il telaio entrerà in produzione, verranno utilizzati stampi metallici accoppiati per il processo Rtm. I materiali usati comprendono un $\pm 45^\circ$ diagonale ed un tessuto $0^\circ/90^\circ$ di carbonio in un lay-up quasi isotropo. La fibra di carbonio utilizzata è la T700 della giapponese Toray Industries. Una resina epossidica standard è stata selezionata per i prepreg usati nel prototipo. La stessa resina, ottimizzata per la lavorazione Rtm, sarà utilizzata per lo stampaggio chiuso e il wet

lay-up dei longheroni. La preparazione di preformati in tessuto secco per gli stampi complessi Rtm è una sfida, una questione su cui l'équipe di Atr Group sta attualmente lavorando. Diversi fissaggi metallici e punti di attacco, che vengono definiti 'contro piastre', sono necessari per fissare gli innumerevoli componenti automobilistici al telaio durante l'assemblaggio della vettura. Per il prototipo, la parte polimerizzata è stata forata e i fissaggi sono stati inseriti manualmente, ma, una volta in produzione, la maggior parte potrebbe essere inserita integralmente e polimerizzata contemporaneamente con la struttura, andando così a eliminare un numero significativo di fasi di finitura e foratura. Il progetto strategico di Atr Group rappresenta una nuova frontiera del disegno e della costruzione di telai in composito con una capacità produttiva di 20 telai al giorno, un potenziale di riduzione costi superiore al 55% rispetto alla tecnologia dei telai da supercar, il prototipo ha una rigidità di torsione globale superiore a 28.000 Nm/deg-1 con un peso totale di soltanto 107 kg. Il risparmio di peso stimato in confronto ad un progetto in alluminio è di circa 35% e inoltre si potrebbe arrivare a risparmiare un 15% in più in fase di ottimizzazione del progetto.

Cosa dire

Il Composite space frame costituisce una vera e propria cellula di sopravvivenza, raggiungendo notevoli livelli di sicurezza passiva, indubbiamente non riproducibili con costruzioni metalliche assemblate. Come qualsiasi metallo, l'alluminio in ragione della sua alta capacità di deformazione presenta una duttilità significativa, che però può rappresentare uno svantaggio per quanto riguarda la sicurezza durante la fase di progettazione: l'alluminio subisce una drastica deformazione plastica durante una collisione di forte impatto e le saldature sono particolarmente vulnerabili alla fragilità di rottura in uno scenario d'urto. Al contrario, una struttura in carbonio ha



4. Per la costruzione di ciascuno dei componenti del telaio

Composite space frame sono stati selezionati processi e tecnologie produttive dedicate.
Fonte Atr Group

una bassa capacità di deformazione e quindi poca duttilità, eppure presenta un livello di assorbimento di energia specifica molto elevato, praticamente quattro volte superiore rispetto all'alluminio. Quando gli strati si delaminano, l'energia si dissipa in un modo uniforme e progressivo: anche se le strutture a resistenza differenziata di sicurezza vengono distrutte, l'abitacolo in composito subisce danni soltanto nella zona d'impatto, il danno non si propaga in altre parti del telaio, mantenendo intatta la cellula di sopravvivenza. Per di più, i compositi in carbonio hanno sia una rigidità che una resistenza specifica superiori all'alluminio, il che rende sufficiente una quantità inferiore di materiale per raggiungere i requisiti prestazionali richiesti. Il prototipo del telaio Composite space frame è stato presentato al Salone internazionale dell'automobile di Francoforte, e ha suscitato molto interesse da parte delle più grandi case costruttrici del settore automobilistico a livello mondiale.

A. D'Alesio, F. Cossato, C. Santoni - Atr Group.

readerservice.it n. 70