

## What synergies are there between 3D printing and production of composite materials?

Niccolò Giannelli - Stratasys

### THE CHAMPION MOTORSPORT CASE

"The soluble mandrels allow me to design and manufacture components that previously I would not have considered because of the difficulties' that I would have met." These were the words of Chris Lyew, Chief Engineer of Champion Motorsport, when he was asked what benefits additive manufacturing had brought about to its business.

Active in the world of motor racing and aftermarket products for Porsche vehicles, Champion Motorsport offers an important example of the benefits coming from the use of the Stratasys FDM technology: a carbon fibre inlet duct for the turbo engine turbine. The component realized



High performance car utilizing FDM-enabled components  
*Auto ad alte prestazioni che utilizza componenti FDM autorizzati*

in carbon fibre, would allow to keep the outer diameter unchanged because of the increased internal dimension. This results in an improved airflow, thus improving the performance of the engine, and a low weight which would positively

enhance the overall performance of the car.

The only problem, as can be understood by the complexity of the piece in the images, is that manufacturing a component in carbon fibre is typically a source of endless headaches. "The inner surface finish should be optimal for reasons related to the fluid dynamics, while the customer expects a wonderful external surface. What's more, the component must be extremely resistant and have the same durability as the vehicle", these are the challenges that the

Chief Engineer at Champion Motorsport says they have to face.

The traditional processing techniques make it practically impossible to obtain a good internal surface finish of a carbon fibre component with

## Quali sinergie esistono fra stampa 3D e produzione di materiali compositi?

Niccolò Giannelli - Stratasys

### IL CASO CHAMPION MOTORSPORT

"I mandrini solubili mi permettono di progettare e produrre componenti che in precedenza non avrei preso in considerazione a causa delle difficoltà' che avrei incontrato". Queste le parole di Chris Lyew, Ingegnere Capo di Champion Motorsport, quando gli viene chiesto quali benefici ha apportato al suo business l'additive manufacturing.

Attiva nel mondo delle corse automobilistiche e nei prodotti aftermarket per veicoli Porsche, Champion Motorsport offre un esempio significativo per i vantaggi derivanti dall'uso della tecnologia FDM di Stratasys: un condotto di ingresso della turbina motore in fibra di carbonio. Il componente realizzato in fibra di carbonio consentirebbe di mantenere il diametro esterno

invariato a fronte di una dimensione interna aumentata. Il risultato sarebbe un flusso di aria migliorato, a tutto vantaggio della performance del motore, e una leggerezza che andrebbe a migliorare positivamente le prestazioni globali della vettura.

L'unico problema, come si può dedurre dalla complessità del pezzo visibile nelle figure, è che produrre un componente del genere in fibra di carbonio è fonte di grattacapi interminabili.

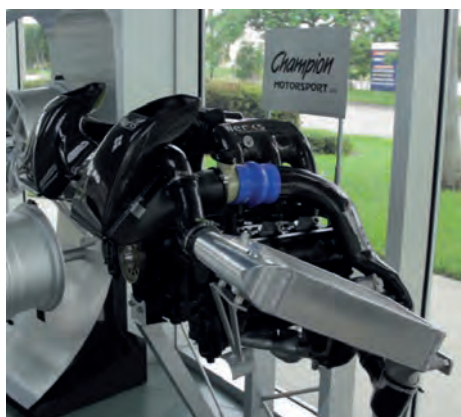
"La finitura superficiale interna deve essere ottima per ragioni legate alla fluidodinamica, mentre il cliente si aspetta una splendida superficie esterna. Come se non bastasse il componente deve essere estremamente resistente per avere una durata pari a quella del veicolo", sono le sfide che l'ingegnere Capo di Champion

Motorsport dice di dover affrontare.

Le tecniche di lavorazione tradizionali rendono praticamente impossibile l'ottenimento di una buona finitura superficiale interna di un componente in fibra di carbonio di forma tubolare. Se invece la parte fosse realizzata in un unico pezzo il mandrino rimarrebbe intrappolato all'interno a meno che non fosse fatto di un materiale che possa essere "lavato" via come un mandrino scarificale in sabbia. L'unica alternativa sarebbe quindi quella di produrre il pezzo in due parti da unire dopo la fase di cura della resina, ottenendo un componente dalle caratteristiche meccaniche inferiori rispetto al monocomponente. In ogni caso la buona finitura superficiale sarebbe ottenibile su un solo lato del componente.

Nonostante le ampie conoscenze e l'abilità

FDM soluble core-enabled components on a turbocharged engine  
 Componenti con stampo interno solubile FDM su motore turbo



a tubular shape. On the contrary, if the part were made in a single piece the mandrel would remain trapped inside unless it is made of a material which can be "washed" away as a scarified spindle in sand. The only alternative would be then to construct the piece in two parts to be joined after the curing process of the resin phase, obtaining a component with mechanical properties which are lower than the single component. In any case, the good surface finish would be achievable on only one side of the component. Despite extensive knowledge and the same ability of the Champion Motorsport team members, it hasn't been possible to obtain the piece with the desired characteristics through the traditional production techniques, even after numerous attempts.

stessa dei membri del team Champion Motorsport, non è stato possibile ottenere il pezzo con le caratteristiche desiderate attraverso le tecniche produttive tradizionali, anche dopo numerosi tentativi.

#### LA SOLUZIONE

Champion Motorsport vanta una lunga esperienza nell'uso della propria macchina di produzione 3D Fortus®. Questo avviene durante la progettazione in entrambe le fasi di prototipazione concettuale e funzionale. In seguito hanno scoperto che la soluzione ideale per produrre il condotto di ingresso della turbina ad alte prestazioni sarebbe stata quella di usare la tecnologia FDM di Stratasys per la produzione di mandrini solubili. Soluzione applicabile anche a una grande quantità di altri condotti per il motore Porsche.

Champion può ora produrre il suo condotto in un singolo pezzo, attraverso la deposizione delle pelli in fibra di carbonio su un mandrino solubile stampato in 3D. L'ottima finitura superficiale esterna viene ottenuta combinando il mandrino solubile con uno stampo a guscio esterno. Il mandrino viene poi eliminato per scioglimento in seguito alla cura della resina, in un bagno costituito da una semplice soluzione.

#### IL RISULTATO

La tecnologia FDM non ha solo aumentato le prestazioni del componente in fibra di carbonio: il miglioramento è stato ottenuto anche

**PROBLEM SOLVING**

Champion Motorsport boasts extensive experience in the use of their own 3D production equipment called Fortus®. This is done while designing throughout both the concept and functional prototyping stages. Later they have found out that the ideal solution to construct the inlet duct of the high-performance turbine would have been the use of the Stratasys FDM technology for the production of soluble spindles. This solution could be also applied to a large amount of other ducts for the Porsche engine.

Champion can now construct its duct in a single piece, through the deposition of the carbon fibre skins on a 3D printed soluble mandrel. The excellent outer surface finish is achieved by combining the soluble spindle with one outer shell mould. The mandrel is then eliminated by dissolution after curing the resin, in a bath consisting of a simple solution.

The FDM technology not only has increased the performance of the carbon fibre component: the improvement has been also obtained as for uniformity and manufacturing performance. The process which has been implemented is in



Composite turbo inlet duct (black) made with FDM soluble core (white)  
 Condotto del turbo in composito (nero) prodotto con stampo interno solubile FDM (bianco)

fact reliable and automated. "Basically we have improved the quality of our carbon fibre duct and of many other aftermarket components, constructing them with the aid of soluble mandrels through the Stratasys FDM technology", said the Chief Engineer. "Now it is possible to manufacture the duct in a single component which is much sturdier than the equivalent joined bi-component. Each FDM mandrel is exactly the same as the



Array of complex composite ducts made from FDM soluble cores  
 Serie di condotti complessi in carbonio costruiti con stampi interni solubili

sotto il punto di vista dell'uniformità e del rendimento della produzione. Il procedimento seguito è infatti affidabile ed automatizzato. "In sostanza abbiamo migliorato la qualità' del nostro condotto in fibra di carbonio e di molti altri componenti aftermarket, realizzandoli con l'ausilio dei mandrini solubili attraverso la tecnologia FDM di Stratasys" le parole dell'ingegnere Capo. "Ora è possibile produrre il condotto in un singolo componente molto più resistente dell'equivalente bi-componente giuntato. Ogni mandrino FDM è esattamente come il precedente, quindi è facile mantenere anche la finitura superficiale interna dei condotti".

I mandrini solubili FDM hanno anche aperto un gran numero di possibilità di realizzare nuove parti abbattendo le tradizionali barriere che bloccavano il miglioramento del progetto e delle fasi produttive. Come dice Chris Lyew, "I mandrini solubili mi hanno permesso di progettare e realizzare componenti che prima non avrei nemmeno

preso in considerazione, a causa delle difficoltà connaturate alla loro produzione".

Per Louis Milone, Direttore Tecnico di Champion Motorsport, i benefici sono evidenti: "Non c'è davvero alcuna controindicazione per noi in questa tecnologia".

Stratasys oggi offre due fra le più affidabili, sicure, veloci e pulite tecnologie di stampa 3D: FDM (modellazione a deposizione fusa) e Polyjet. La tecnologia FDM (modellazione a deposizione

fusa) è pulita, semplice da utilizzare e ideale per l'ufficio. FDM supporta le stesse termoplastiche impiegate nei processi produttivi tradizionali, con elevate caratteristiche di stabilità dal punto di vista meccanico ed ambientale. Per ogni applicazione che richiede tolleranze strette, alta resistenza e stabilità ambientale, nonché proprietà speciali quali dissipazione elettrostatica, traslucenza, biocompatibilità, infiammabilità VO e conformità FST, c'è una termoplastica FDM.

<b>La sfida</b>	Impossibilità di produrre condotti e tubazioni in fibra di carbonio attraverso metodi e strumenti convenzionali rispettando i requisiti qualitativi e prestazionali stabili
<b>La soluzione</b>	I mandrini solubili FDM permettono di produrre i componenti con la finitura superficiale interna ed esterna desiderata, eliminando la necessità di uno stampo in più parti o di un mandrino in sabbia
<b>I vantaggi</b>	Possibilità di creare parti ad alte prestazioni per autoveicoli, con eccellente finitura superficiale e proprietà meccaniche, impossibile o impraticabile in precedenza attraverso un semplice e ripetibile processo di produzione

<b>The challenge</b>	Inability to construct carbon fibre ducts and tubing through conventional methods and equipments complying with the established quality and performance requirements
<b>Problem solving</b>	The FDM soluble mandrels allow to produce the components with the desired internal and external surface finish, removing the need of a mould in several parts or of a spindle in sand
<b>The benefits</b>	Possibility of creating high-performance parts for motor vehicles, with excellent surface finish and mechanical properties, which was impossible or unfeasible previously through a simple and repeatable manufacturing process

previous one, so it is easy to maintain the ducts' inner surface finish. The FDM soluble mandrels have also offered a lot of possibilities to create new parts going over the traditional barriers which hampered the improvement of the design and the production phases. As from Chris Lyew's words, "The soluble mandrels have allowed me to design and construct components that before I would not have even considered, because of the difficulties inherent to their production." For Louis Milone, Technical Director of Champion Motorsport, the benefits are obvious: "There are no side effects at all for us in this technology." Stratasy currently offers two of the most reliable, safe, fast and clean 3D printing technologies: FDM (fused deposition modeling) and Polyjet. The FDM technology (fused deposition modeling) is clean, easy to use and ideal for offices. FDM supports the same thermoplastic used for traditional production processes, with high stability characteristics from the mechanical and environmental point of view. For any application requiring tight tolerances, high strength and environmental stability, as well as special properties such as electrostatic dissipation, translucency, biocompatibility, VO flammability and FST compliance, there is a FDM thermoplastic.

**about the author**

**NICCOLÒ GIANNELLI**, born in Milano, obtained his master degree in aerospace engineering at the Politecnico di Milano and he starts immediately his long lasting professional experience as structural designer with the most important international constructors in the field of aeronautics (Airbus, Agusta Westland). Later he joined the Stratasy team as Application Engineer for Italy and EMEA with a great experience which has acquired previously in the area of composites and aerospace.

***NICCOLÒ GIANNELLI**, nato a Milano, consegue la laurea specialistica in ingegneria aerospaziale al Politecnico di Milano e inizia subito la sua poliennale esperienza come progettista strutturale presso i maggiori costruttori nel campo aeronautico internazionale (AIRBUS, Agusta Westland). In seguito entra a far parte della squadra Stratasy, in cui ricopre il ruolo di Application Engineer per l'Italia ed EMEA con punti di forza, anche a luce dell'esperienza maturata in precedenza, nei compositi e nell'aerospaziale.*