



Less is more

Henning Küll - Celanese

FROM NOSE TO TAIL AND DEEP IN THE BELLY OF AN AIRCRAFT: IN THEORY THERMOPLASTIC MATERIALS CAN BE FOUND ALMOST ANYWHERE – AND IN PRACTICE THEY ARE

Energy costs increase – weight decreases. The development of aircraft construction could be expressed in this simple formula if other requirements had not been included in recent years: Passengers want more comfort, authorities want more safety and aircraft producers themselves maybe a smarter design. How is all this achieved? Very simply: the aerospace industry works closely with its suppliers for light, reliable and precisely fitting shaped components.

Composites replace metal

For many years, the materials producers collaborated with partners in innovation projects for the aerospace industry. Many years of experience in lightweight

construction means that the polymer manufacturer Celanese is one of these partners. “Our thermoplastic material Fortron® PPS has been incorporated in aircraft components for a very long time – simply because it is ideal in terms of safety and with a view to energy efficiency”, reports Peter Radden, Account Development Engineer. This material was used in composite-based structural components in the Airbus 380 more than a decade ago and is virtually everywhere today: in the wings, rudders or ice protection plates, in seats or window frames.” The weight saving is still the main aspect allowing the thermoplastic composite to regularly outdistance its competitor metal: it is at least equivalent with regard

to stability and reliability and considerably better in lightweight construction. There is also the new design freedom: composites make constructions possible that cannot be manufactured from traditional materials or at least not with the required level of reliability. These components ensure greater stability in the aircraft with lower weight while improving aerodynamics. No wonder the industry is increasingly focusing on the new materials: It is estimated that by 2025 about one half of an aircraft or helicopter will be made from polymer composites.

Collaborations for precisely fitting solutions

Fortron® PPS is still one of the materials of choice simply due to

the inherent flame retardancy that meets the most important safety requirements. Furthermore, the material only melts at temperatures of more than 280 degrees Celsius and is resistant to fuels and chemicals. The fact is that the material is easy and inexpensive to process, is especially important to suppliers of aircraft components – and may have been the decisive argument in a number of collaborations that have brought the material into and onto aircraft in recent years. “Our collaboration with polymer processing companies and suppliers like Fokker Aerostructures or TenCate Aerospace Composites was awarded several prizes”, emphasizes Henning Küll, Communications Manager Europe at Celanese: Awards were given at the largest composites trade fair in the world for modular seat backs, rudder as well as a tailplane in recognition of the innovative strength involved.



Meno è meglio

Henning Küll - Celanese

DAL MUSO ALLA CODA FINO ALLE VISCERE DI UN AEREO: IN TEORIA (E IN REALTÀ) I MATERIALI TERMOPLASTICI SI TROVANO QUASI OVUNQUE

I costi energetici sono in aumento - e il peso decresce. Lo sviluppo delle attività costruttive potrebbe essere esplicitato con questa semplice formula se non fossero stati inclusi in questi ultimi anni altri requisiti. I passeggeri desiderano più comfort, le autorità vogliono più sicurezza e i costruttori di aerei ambiscono a progetti migliori. Come ottenere tutto questo? Molto semplice: l'industria aerospaziale lavora in stretta collaborazione con i propri fornitori al fine di ottenere componenti leggeri, affidabili e dalla forma pienamente rispondente alle esigenze.

I compositi sostituiscono il metallo

Da molti anni ormai, i produttori di materiali collaborano con i loro partner alla realizzazione di progetti innovativi per l'industria aerospaziale. Molti anni di esperienza nel campo delle costruzioni leggere indicano che Celanese, azienda produttrice di polimeri, fa parte di questo gruppo. “Il nostro materiale termoplastico Fortron® PPS viene incorporato nei componenti dei velivoli da molto tempo, semplicemente perché è un materiale ideale in termini di sicurezza e di risparmio energetico” – ha

affermato Peter Radden, Account Development Engineer – “Questo materiale è stato utilizzato nei componenti strutturali in composito per l'Airbus 380 più di un decennio fa e si trova quasi ovunque ormai: nelle ali, nei timoni di direzione o nei pannelli antigelo, nei sedili o nei finestrini”.

Il risparmio di peso continua a essere l'aspetto principale che permette ai compositi termoplastici di mantenere il primato rispetto alla controparte in metallo: è almeno equivalente in quanto a stabilità e affidabilità e di gran lunga superiore per quanto attiene alle costruzioni leggere. Si osserva inoltre una superiore libertà di progettazione, infatti i compositi rendono possibili costruzioni che di fatto non potrebbero essere realizzate con i materiali tradizionali o con il

grado richiesto di affidabilità. Questi componenti garantiscono una maggiore stabilità al velivolo che risulta più leggero e con caratteristiche aerodinamiche avanzate. Non stupisce quindi che l'industria sia sempre più interessata a questi nuovi materiali: si stima che entro il 2025 circa il 50% dei velivoli o degli elicotteri verrà costruito con i compositi polimerici.

Collaborare per le migliori soluzioni

Fortron® PPS è ancora uno dei materiali di prima scelta per le proprietà intrinseche ritardanti di fiamma che possiede rispondenti ai principali requisiti di sicurezza. Inoltre, il materiale fonde solo a temperature superiori ai 280 gradi Celsius ed è resistente ai combustibili e ai prodotti chimici. Il punto è che

Smart constructions for structural components

It is no coincidence that the award-winning solutions are generally collaboration projects: It is frequently only the close collaboration of raw material and composite manufacturers on the one hand and component designers and aircraft producers on the other hand that makes it possible to detect innovation potential – and to transfer this into concrete applications.

Helicopter: innovation tailplane

The most recent example is a helicopter tailplane for the AgustaWestland AW169 that was developed by Celanese together with Fokker Aerostructures, AgustaWestland and TenCate Aerospace Composites. The components comprise

TenCate Cetex prepregs based on Fortron® PPS; conventional carbon-epoxy preforms were only used in the tailplane tips. This received a Jec Award in 2013: the jury especially praised the 15-percent weight saving which allows the three-meter long component to contribute to lower pollution emissions. Foto 1 AgustaWestland tailplane In addition to the weight saving that is primarily due to the material, the complex part impresses with the clever design: the core element, a torsion box, is made from simple preforms co-consolidated under pressure to form a single part and is thus extremely economical to produce – a convincing argument with greater production numbers. The producer plans to deliver more than 500 AgustaWestland AW169 helicopters.

il materiale può essere trattato in modo economico e semplice, aspetto molto rilevante per i fornitori di componenti per aeroplani e può aver costituito il fattore decisivo in una serie di accordi di collaborazione da cui è derivato l'utilizzo di questo materiale per la costruzione dei velivoli in questi anni.

“La nostra collaborazione con le aziende produttrici di polimeri e fornitori quali Fokker Aerostructures o TenCate Aerospace Composites è stata riconosciuta con l’assegnazione di diversi premi”, ha sottolineato Henning Kull, Communication Manager Europe di Celanese: i premi sono stati assegnati in occasioni delle principali fiere dedicate ai compositi in tutto il mondo, a prodotti come i sedili a schienale reclinabile, timoni e stabilizzatori quale riconoscimento delle caratteristiche innovative.

Costruzioni smart per componenti strutturali

Non è una coincidenza che le soluzioni premiate siano normalmente frutto di collaborazioni progettuali, frequentemente soltanto la stretta cooperazione fra i produttori di materie prime e di compositi da una parte e i progettisti dei componenti insieme ai costruttori di velivoli dall'altra rende possibile individuare nuove opportunità di sviluppo innovativo, da trasferire in applicazioni concrete.

Elicotteri: l'innovativo piano orizzontale di coda

L'esempio più recente è il piano orizzontale di coda di un elicottero per l'AgustaWestland AW169, messo a punto da Celanese insieme a Fokker Aerostructures, Agusta Westland e TenCate Aerospace Composites. I componenti comprendono i prepreg





AgustaWestland tailplane
Piano orizzontale
di coda dell'elicottero
AgustaWestland

Gulfstream rudder

In 2010, the Award was given together with the collaboration partner for another load-bearing aircraft component. The award for the rudder of the Gulfstream G650 went to Fokker Aerostructures, Gulfstream Aerospace Corporation, KVE Composites Group, TenCate Aerospace Composites and Celanese whose polymers

division then still traded under the name of Ticona.

The welded thermoplastic primary structural component in the tail of the Gulfstream business jet represented a first in the aerospace industry at that time: Fokker Aerostructures designed the tail of the G650 using a new induction welding process for inexpensive series production.

This allowed the components to be formed into one unit without drilling and riveting.

Resistance to wind and weather

The developers focused on the reliable and flame retardant Fortron® PPS as the raw material that was processed by TenCate Aerospace Composites into carbon fiber PPS preforms and plates that especially convinced with their resilience: the components composites remain hard, impact-resistant, stiff and dimensionally stable even when exposed to high temperatures and aggressive environmental conditions.

And fiber-reinforced PPS achieves even more: the composite demonstrates resilience even when ice crystals hail down onto the plates. The thermoplastic material is also part of the ice protection plates of the Airbus A400M military transport aircraft. The granulate was used by

TenCate Advanced Composites for a glass fiber-reinforced composite; Fokker Aerostructures in Hoogeveen undertook the final production of the plates. These plates protect the aircraft from the ice that is flung off from the propellers during flight.

Flying lighter with composites

Composite materials are the trend – at least wherever low weight can be directly converted into cost savings. The aerospace industry recognized this benefit long ago and is replacing metal and duroplastics with thermoplastic composites in more and more applications. The result: the proportion of these materials in aircraft has doubled in the past ten years and is today around 40 percent – and counting. The materials are resistant to chemicals, resilient and impact-resistant while meeting the high safety standards in aircraft construction due to inherent flame retardancy. Reason enough to open new



TenCate Cetex a base di Fortron® PPS; i preformati convenzionali a base di carbonio-epossidiche sono stati utilizzati soltanto per le punte degli stabilizzatori. Questo è il prodotto insignito con il Jec Award 2013: la giuria ha messo in evidenza il risparmio di peso del 15% che permette al componente lungo tre metri di contribuire alla riduzione dell'inquinamento.

Oltre al risparmio di peso, dovuto principalmente al materiale, questa parte complessa colpisce proprio per la sua progettazione intelligente: l'elemento d'anima, la scatola di torsione, viene realizzato con semplici preformati consolidati tramite pressione per formare una pezza unica che si rivela così molto economico da realizzare, un aspetto decisivo quando si parla di grandi produzioni. È prevista la

consegna di più di 500 elicotteri Agusta Westland AW 169.

Timoni Gulfstream

Nel 2010, il premio è stato assegnato insieme a un partner, a un altro componente aereo sottoposto a carico. Il premio per il timone di direzione del Gulfstream G650 è stato riconosciuto a Fokker Aerostructures, Gulfstream Aerospace Corporation, KVE Composites Group, TenCate Aerospace Composites e Celanese, la cui divisione polimeri ne ha proseguito la commercializzazione con il marchio Ticona.

Il componente strutturale primario saldato a base di termoplastiche, utilizzato per la coda del Gulfstream business jet è stato il primo in assoluto nell'industria aerospaziale di quell'epoca: Fokker Aerostructures ha progettato la coda del G650



Gulfstream Rudder
Timone Gulfstream

(photo:
Fokker Aerostructures)

adottando un nuovo processo di saldatura per induzione destinato a una produzione di serie a costi contenuti. Ciò ha permesso di formare i componenti singoli senza dover ricorrere a forature e all'uso di rivetti.

Resistenza al vento e agli agenti atmosferici

Gli sviluppatori si sono concentrati sul Fortron® PPS ritardante di fiamma, come materia prima lavorata da TenCate Aerospace Composites nei preformati e nei

area for thermoplastic composite from wings and fuselage exteriors to seats and window frames. And the potential for applications is nowhere near exhausted.

Fiber-reinforced PPS for aircraft window frames

Thus the Faserinstitut Bremen e.V. FIBRE draws on the thermoplastic material to design

aircraft window frames – and with a minimum of material as fast as possible. The declared aim of the design that FIBRE developed together with Airbus Operations GmbH, Karl Mayer Malimo Textilmaschinenfabrik GmbH, KraussMaffei Technologies GmbH, Ferdinand Stückerjürgen GmbH and the TU Chemnitz was cost efficiency. And the collaboration partners

Ice protection plate made from Fortron® PPS composites
Piastra per la protezione dal ghiaccio in Fortron PPS

(photo: Fokker Aerostructures)



pannelli in fibra di carbonio PPS che hanno dato prova di una particolare elasticità: i componenti in composito mantengono la loro durezza, resistenza all'urto, rigidità e stabilità dimensionale anche quando esposti ad alte temperature e a condizioni ambientali avverse.

Il PPS fibro-rinforzato offre anche altro: il composito presenta elasticità anche quando i cristalli di ghiaccio investono i pannelli. Il materiale termoplastico fa parte anche del materiale costitutivo dei pannelli protettivi dell'aereo militare da trasporto Airbus A400M. TenCate Advanced Composites ha utilizzato il materiale granulare per un composito rinforzato con vetro e

Fokker Aerostructures ha coordinato la fase di produzione finale dei pannelli. Questi proteggono l'aeroplano dal ghiaccio lanciato dai propulsori durante il volo.

Volare più leggeri grazie ai compositi

I materiali compositi rappresentano la tendenza dominante, almeno quando il basso peso può essere sinonimo di un risparmio dei costi. L'industria aerospaziale ha individuato questo vantaggio molto tempo fa e ha sostituito il metallo e le duroplastiche con i compositi termoplastici in numerose applicazioni. Di conseguenza, nel corso di questi ultimi anni, le quantità di questi materiali utilizzati per la costruzione

achieved this with a continuous fiber-reinforced structural inlay made from Fortron® PPS that wins through with especially short cycle times. The materials traditionally used – generally duroplastics – require in comparison a relatively long time to cure. FIBRE uses prepregs that contain inlaid thermoplastic fibers as well as the carbon fibers to lend structure to the window frames. These prepregs are processed to form preform versions made from multiaxial fiber inlays (MAG). The matrix of knit and weft fibers is formed in the subsequent consolidation in a press whereby the PPS fibers in the prepreg ensure homogenous matrix distribution. After consolidation, the structure inlays are sprayed with short fiber-reinforced PPS to add integral stiffening or functional

elements which would be much more difficult to implement with continuous fiber-reinforced materials. The combination of thermoforming and injection molding makes the process overall much more cost-effective and allows production of a larger number of pieces in a shorter time.

Digression: comfort and safety

The trio energy efficiency, comfort and safety are familiar to us from the automobile industry: while engines require less and less fuel, manufacturers are equipping their vehicles with assist and navigation systems, heated seats, head-up displays and hands-free

devices. Innovations in these areas are generally less noticeable in aircraft because passengers rarely know that they exist – but still benefit from them: weight-optimized aircraft components save energy, new standards and technologies make flying safer and more comfortable seats make even long-haul flights bearable.



Airbus interior
Interno di Airbus
(photo: Airbus)

dei velivoli è raddoppiata e attualmente rappresenta il 40% o più. I materiali sono resistenti ai prodotti chimici, sono resilienti e resistenti all'urto oltre a soddisfare gli standard di sicurezza nella costruzione di aeroplani in quanto ritardanti di fiamma. Questa è una motivazione sufficiente a promuovere l'utilizzo dei compositi termoplastici, a partire dalle parti esterne della fusoliera fino ai sedili e ai finestrini, ma le potenzialità d'uso sono ancora un campo di ricerca aperto a nuove prospettive.

PPS fibrorinforzati per le cornici delle finestre degli aeroplani

Il Faserinstitut Bremen e V. FIBRE si sono affidati ai materiali termoplastici per progettare le cornici delle finestre degli aeroplani, con quantitativi minimi di materiali e nel più breve tempo possibile. La finalità dichiarata del progetto che FIBRE ha sviluppato insieme

a Airbus Operations GmbH, Karl Mayer Malimo Textilmaschinenfabrik GmbH, KraussMaffei Technologies GmbH, Ferdinand Stukerjurgan GmbH e TU Chemnitz era l'efficienza dei costi. I partner che hanno collaborato sono riusciti nel loro intento grazie allo stratificato strutturale a fibra rinforzata ricavato da Fortron® PPS che si distingue per i tempi di ciclo particolarmente brevi. I materiali da sempre utilizzati, generalmente le duroplastiche, richiedono al confronto, tempi di reticolazione relativamente lunghi.

FIBRE utilizza i prepregs che contengono all'interno sia fibre termoplastiche sia fibre di carbonio per ottenere cornici strutturali delle finestre. Questi prepregs vengono lavorati per formare versioni preformate ricavate da inserti di fibra multiassiale (MAG). La matrice

delle fibre tessute e lavorate a trama si forma con il consolidamento successivo nella pressa, dove le fibre PPS nel prepreg garantiscono la distribuzione omogenea della matrice. Dopo il consolidamento, gli inserti della struttura vengono spruzzati con PPS rinforzati con fibre corte per aggiungere rinforzo o elementi funzionali che sarebbe molto più difficile implementare con i materiali fibro-rinforzati continui. La combinazione degli stampi termoformati e per iniezione rendono il processo intero molto più economico consentendo la produzione di un numero superiore di pezzi in un periodo di tempo più breve.

Digressione: comfort e sicurezza

La triade: "efficacia energetica, comfort e sicurezza" è nota in

particolare grazie all'industria automobilistica: mentre i motori richiedono sempre meno combustibile, i produttori stanno attrezzando i loro veicoli con sistemi di supporto e di navigazione, con sedili riscaldati, display head-up e dispositivi hand-free. Le innovazioni in queste aree sono generalmente meno notate negli aeroplani perché i passeggeri raramente sono al corrente della loro esistenza, pur traendone beneficio: i componenti ottimizzati dal punto di vista del peso fanno risparmiare energia, i nuovi standard e le tecnologie rendono il volo più sicuro e i sedili più confortevoli rendono sopportabili anche i voli di lunga durata.

Schienali modulari realizzati con nastri prepreg

Un altro progetto ha riguardato la crescita della produttività: gli

Modular backrest made from prepreg tape

Another project also concerned higher productivity: the backrests of aircraft seats. The collaboration partners Cutting Dynamics Inc. (CDi), TenCate Advanced Composites and A&P Technology (A&P) developed a thermoplastic PPS carbon fiber prepreg tape – and shaped it. The prepreg tape is braided and shaped into a complex tube for the seat frame; the tube corresponds exactly to the geometric and mechanical specifications of the seat frame. The benefits of this complicated sounding process are a 30 percent weight saving, a rapid process and improved quality – this results in a convincing argument for the use of polymers in view of the 100,000 seat backs produced annually by this manufacturer.

Lighter, faster, smarter

“We are seeing a tendency towards weight-optimized constructions that facilitate the production process for manufacturers during the construction of aircraft components – but not only there!”, Peter Radden summarizes the trend in past years.

“As polymer manufacturers we are directing our attention to process optimization: short cycle times and material-saving processes make an enormous difference in cost-efficiency.” Because in the end it’s all about meeting the highest requirements in safety and comfort with lower weight, needing less time and less material – in short: achieving more and more with less and less.

schienali dei sedili. I partner che vi hanno collaborato, Cutting Dynamic Inc. (CDi), TenCate Advanced Composites e A&P Technology (A&P) hanno sviluppato e formato un nastro prepreg in fibra di carbonio PPS termoplastico. Il nastro prepreg viene modellato e formato in un tubo complesso per l'intelaiatura del sedile, il tubo corrisponde esattamente alle specifiche geometriche e meccaniche del telaio del sedile. I vantaggi offerti da questo procedimento che appare molto complesso, corrispondono a un risparmio di peso pari al 30%, alla rapidità di esecuzione e alla migliore qualità, argomentazioni valide a favore dell'utilizzo dei polimeri in considerazione dei 100.000 schienali di sedili prodotti ogni anno dal produttore.

Più leggeri, veloci e intelligenti

“Stiamo osservando la tendenza verso costruzioni ottimizzate dal punto di vista del peso che facilitano il processo produttivo dei componenti di velivoli – ma non solo!” ha commentato Peter Radden a proposito dei recenti trend. “In qualità di produttori di polimeri, stiamo puntando la nostra attenzione all'ottimizzazione di processo: tempi ciclici abbreviati e risparmio di materiale fanno la grande differenza nell'efficacia dei costi.” Tutto questo perché, nella realtà dei fatti, si tratta di soddisfare i requisiti più stringenti in quanto a sicurezza e comfort con peso inferiore, con meno tempo e meno materiale. In breve: ottenere sempre di più con meno risorse.

