



## Strutture sandwich leggere e più economiche con l'impermeabilizzazione superficiale

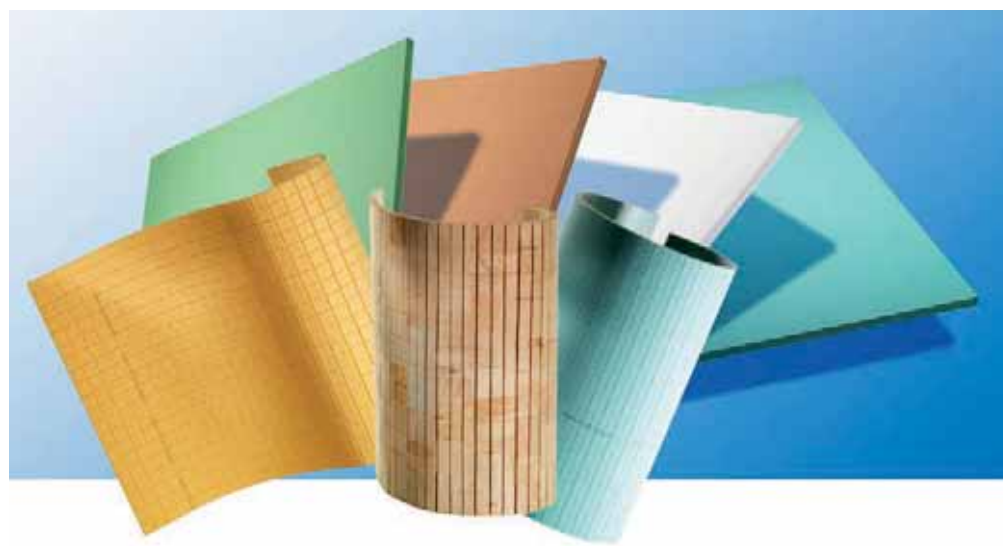
Simonetta Pegorari

Il materiale d'anima è rappresentato dallo strato centrale rigido fra i due skin del pannello sandwich.

I materiali d'anima del pannello sandwich richiedono l'impiego di resina o di adesivo per incollare il materiale skin. L'adesione anima-skin si basa sul legame chimico e meccanico, dove quest'ultimo risulta dall'ancoraggio della resina nella struttura superficiale ruvida del materiale d'anima. Se è vero che un'adesione anima-skin soddisfacente richiede una certa quantità di resina, l'utilizzo di quantità aggiuntive di resina nella superficie del materiale d'anima implica costi supplementari e maggior peso.

3A Composites, importante società svizzera produttrice di materiali d'anima PET, ha brevettato una nuova tecnologia dell'impermeabilizzazione superficiale per ridurre l'assorbimento di resina proponendo i materiali d'anima a base di polietilene tereftalato (PET) come valida alternativa ai materiali compositi per strutture sandwich, senza modificare prezzi e prestazioni. L'obiettivo era proprio ridurre il peso senza compromettere la resistenza e la rigidità della struttura.

Altri vantaggi offerti dalle strutture sandwich leggere sono rappresentati dalla possibilità di realizzare pale eoliche di dimensioni superiori e più efficienti, imbarcazioni



più veloci con consumi ridotti di combustibile, ma anche applicazioni nell'area dei trasporti e automotive con considerevoli risparmi energetici. I criteri di selezione e di progettazione principali per

i materiali d'anima sono il basso peso specifico (proprietà meccaniche correlate alla densità) e i costi contenuti (proprietà meccaniche correlate al costo). Spesso si esegue l'analisi comparata

fra diversi prodotti prendendo in considerazione il diagramma prezzo/prestazione e in generale, la maggior parte dei prodotti viene collocata su una "linea ideale", vale a dire secondo il rappor-



## Lighter and cheaper sandwich structures with surface sealing technology

Simonetta Pegorari

The core material is the stiff and central layer between the two skins of the sandwich panel. Sandwich core materials require resin or adhesive to bond to the skin material. The core-skin adhesion is based on chemical as well as mechanical bonding – the latter resulting from resin anchoring in the core material's rough surface structure. While a good core-skin adhesion requires a certain amount of resin, any other additional resin

uptake on the core material's surface represents both extra cost and weight for the manufactures.

3A Composites, a leading Swiss Company for PET core materials, patented a new surface sealing technology to reduce the resin uptake, making polyethylene terephthalate (PET) core materials an option to change price and performances in sandwich structures with composites materials.

The aim is to reduce weight

without compromising the strength and stiffness of the structure. Among many other advantages the lighter sandwich structures allow wind turbines rotor blades to be larger and more efficient, allow a faster ride to boats with a lower consumption of fuel, without forgetting transport and automotive application for the benefit of considerable energy savings. Primary design and selection criteria for the core materials are:

Specific lightweight (mechanical properties relative to density) and the cost efficiency (mechanical properties relative to price).

Different products are often compared taking in consideration a price/performance diagram. Generally, most products are situated more or less on the "ideal line" i.e. the optimal price/performance ratio of a product (see fig. 1).

Materials above the line are better than products below

the line that means low price and high properties.

Figure 1 shows the rating of the most widely used structural foam core materials with regard to the two selection criteria mentioned above.

While the materials become more cost efficient towards the left side of the diagram, they are more lightweight towards the upper side.

Mechanical properties of the foams were calculated as the product of mean shear modulus times minimum shear strength.

Watching fig. 1, all the materials are represented both as dry core materials (round dots) and in their infused state (triangles: including the resin uptake in the core).

to ottimale costo/prestazione di un prodotto (fig. 1). I materiali che si collocano al di sopra di questa linea sono superiori ai prodotti collocati al di sotto di questa, vale a dire costi inferiori e proprietà superiori.

Fig. 1 presenta la classificazione dei materiali d'anima più usati, a base di schiuma strutturale, riferiti ai due criteri di selezione sopra citati. Mentre i materiali acquistano maggiore efficacia di costi se collocati verso l'area a sinistra del diagramma, essi si caratterizzano per peso inferiore quando posti verso l'area superiore.

Le proprietà meccaniche delle schiume sono state calcolate come prodotto derivante dalla media del rapporto modulo di taglio/resistenza alla sollecitazione da taglio minima.

Se si osserva la figura 1, tutti i materiali sono rappre-

sentati sia come materiali d'anima essiccati (punti cerchiati) e nella fase di infusione (triangoli) comprendente l'assorbimento di resina nell'anima). L'assorbimento della resina è stata misurata sui laminati rigidi mentre i costi della resina sono stati calcolati partendo dal prezzo in volume delle epossidiche, incluso l'indurente.

Come si può osservare in fig. 1, i materiali d'anima a base di PVC (verde) rappresentano la soluzione migliore in riferimento al basso peso, mentre PET presenta una superiore efficacia di costi e peso superiore.

Per via dell'assorbimento relativamente basso della resina stirene acrilonitrile (SAN), la distribuzione di questa durante il processo di infusione appare migliore rispetto all'applicazione nello stato essiccato. Il dia-

gramma presenta anche il superiore assorbimento della resina nel caso di PET rispetto a PVC e indica che SAN compromette l'efficacia dei costi a causa del rincaro del prezzo della resina e dell'aumento di peso durante il processo di infusione. 3A ha quindi sviluppato schiume e materiali d'anima PET ad assorbimento di resina relativamente alto e ha lanciato l'anima a base di schiuma Airex® T92 PET; inoltre ha introdotto recentemente una nuova tecnologia per ridurre l'assorbimento della

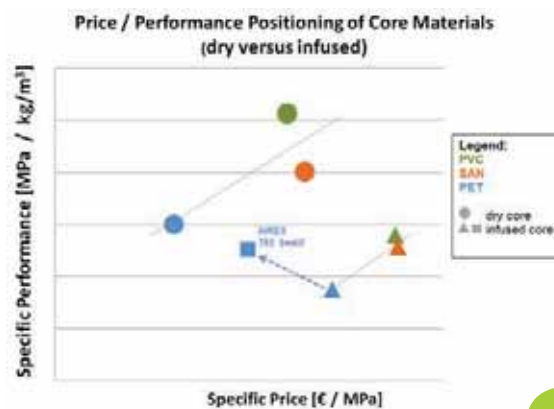


Fig. 1

*The resin uptake was measured on rigid sheets while the resin costs were calculated from a bulk price of epoxy including a hardener. As readers can see, figure 1 shows that PVC based core materials (green) are the better option with regard to specific lightweight, while PET is relatively more cost efficient and heavier. Thanks to styrene acrylonitrile (SAN)'s low resin uptake, it's positioning when infused looks much better than in the dry comparison. The diagram also shows that the higher resin uptake of PET relative to PVC and*

*SAN compromises its attractive cost efficiency by adding resin costs and weight when infused. 3A developed projects regarding foams and the relatively higher resin uptake of PET core materials. The Company is the producer of Airex® T92 PET foam core and has recently introduced its patented new sealing technology to reduce the resin uptake of it by more than 50% and by up to 70% compared to PET foams from other manufacturers. This saving has been confirmed by many engineers of composites materials by using this new technology. The new surface sealing technology by 3A not only significantly saves on total costs but also reduces the infused density of the PET foam to the levels of PVC and SAN foams. This eliminates the one drawback of PET (higher specific density) while further expanding*

	SAN (T400)	PVC (C70.55)	PET (T92.100)
Densità nominale <i>Nominal density</i>	71 kg/m <sup>3</sup>	60 kg/m <sup>3</sup>	105 kg/m <sup>3</sup>
Media modulo di taglio <i>Average shear modulus</i>	28 MPa	22 MPa	1.0 kg/m <sup>2</sup>
Resistenza minima alle sollecitazioni di taglio <i>Minimum shear strength (DNV)</i>	0.51 MPa	0.70 MPa	0.75 MPa
Assorbimento resina (pannello) <i>Resin uptake (panel)</i>	0.8 kg/m <sup>2</sup>	1.0 kg/m <sup>2</sup>	1.5 kg/m <sup>2</sup> SealX: 0.5 kg/m <sup>2</sup>

resina più del 50% e fino al 70% rispetto alle schiume PET di altri produttori. Questo risparmio è stato confermato da molti ingegneri di materiali compositi che l'hanno adottata. Essa non è utile soltanto a ridurre i costi globali, ma anche la densità di infusione della schiuma PET, fino a raggiungere i livelli delle schiume PVC e SAN. In questo modo, vengono superati i difetti di PET (maggiore densità specifica) migliorandone inoltre la già più che soddisfacente collocazione nell'area dei costi. Questa valutazione positiva è presentata in fig. 2, dove si può osservare che grazie a questa nuova tecnologia, la prestazione specifica della schiuma PET è in linea con quella delle schiume PVC e SAN oltre al vantaggio riferito ai costi.

### Proprietà tecniche selezionate di vari materiali d'anima

La prestazione specifica di Airex® T92 SealX in infusione è ormai in linea con PVC e SAN, ma a condizioni di costo decisamente inferiori. Questa tecnologia dell'impermeabilizzazione ha rimodulato il quadro dei materiali d'anima per quanto riguarda i costi e l'efficacia. La tecnologia apporta migliorie alla prestazione del prodotto riducendo i costi per gli operatori. Ad esempio è stata adottata da un noto produttore tedesco di pale rotore, che continuerà a farne uso per le produzioni future (attualmente in fase di verifica). Airex® T92 SealX è stata già usata con successo anche per applicazioni nautiche.

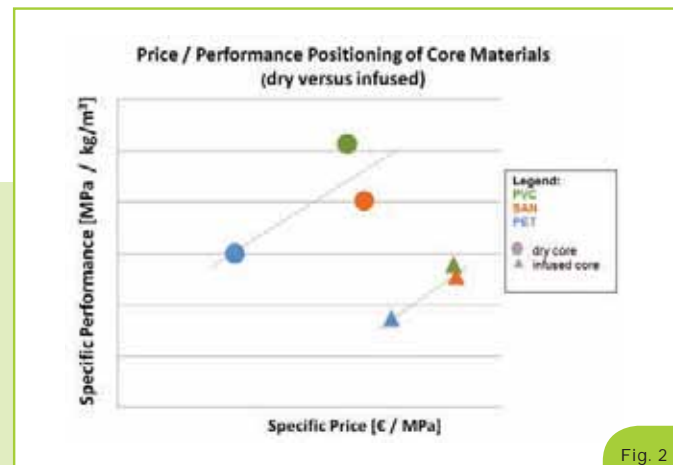


Fig. 2

its already attractive cost position. This most promising repositioning can be visualized in fig. 2.

In fig. 2 readers can see that with this new technology, the specific performance of PET foam is in line with PVC and SAN foams in addition to a lower price.

### Selected technical properties of different core materials

The specific performance of infused Airex® T92 SealX is now in line with that of PVC and SAN but at significantly lower costs.

This sealing technology has redesigned the landscape of the core materials regarding costs and efficiency.

The technology improves the performances of the product and decreases the costs for the operators, it has been used by a well-known German producer of rotor blades and it will go on for other future blades design (now they are in evaluation and testing phases). Airex® T92 SealX has been already used also for marine applications.