

## An innovative technology to produce composites materials: air press moulding

Alessia Nardinocchi, Manager R&D - HP COMPOSITES



The growing trend of many automakers towards the concept of sustainable transport has awakened interest in lightweight materials such as composite materials, until recently considered exclusive products for limited markets.

With the arrival of hybrid and full-electric cars, weight reduction has become the key to increase the autonomy.

For this reason, carbon fiber reinforced compounds have been selected due to their high resistance, stiffness and lightness. The high productivity of this sector has forced the producers to test and optimize production technologies different

from those used in other application where performance is the primary goal, like the racing sector.

Indeed, if the production that uses the autoclaves ensures high quality aesthetic and structural

products, on the other side it needs high cycle times and investment costs, especially as the number of parts gets higher. In order to obtain high production standards comparable to the recent automated processes one must duplicate the molds or even of the autoclaves.

For this reason, during the last years, the OOA techniques (Out-Of-Autoclave), have developed also for automotive products: the most widely used one is the Hot Press Moulding (HPM). This process guarantees an high productivity that comes from the remarkable level of automation and the opportunity to use fast curing resin systems.



## Una innovativa tecnologia di produzione dei materiali compositi: l'air press moulding

Alessia Nardinocchi, Responsabile R&D - HP COMPOSITES



*Il crescente trend di molte case automobilistiche verso il concetto di trasporto sostenibile ha risvegliato l'interesse verso materiali leggeri come i materiali compositi, fino a poco tempo fa considerati prodotti elitari per settori di nicchia. Con l'avvento delle automobili ibride e full-electric, la riduzione di peso è diventata il fattore fondamentale per incrementare l'autonomia chilometrica. Proprio per questo motivo, su tutti, sono prevalsi i composti polimerici rinforzati in fibra di carbonio per via della loro elevata resistenza, rigidità e leggerezza. Tuttavia, l'alto rateo produttivo richiesto in questo*

*settore ha forzato i costruttori a sperimentare e ottimizzare tecnologie produttive diverse da quelle attualmente utilizzate in applicazioni in cui le performance sono l'obiettivo primario, come il settore racing.*

*Infatti, se da un lato la produzione basata sull'uso dell'autoclave garantisce prodotti di elevata qualità sia estetica che strutturale, dall'altro sono necessari tempi ciclo e costi d'investimento elevati, soprattutto al crescere del numero delle parti da produrre. Per ottenere standard produttivi elevati paragonabili a quelle dei recenti processi automatizzati si deve ricorrere alla*

*duplicazione degli stampi se non, addirittura, a quella delle autoclavi.*

*Per questo motivo, negli ultimi anni, hanno preso piede le cosiddette tecniche OOA (Out-Of-Autoclave) anche per prodotti del settore automotive: tra queste tecniche, una di quelle sicuramente più utilizzata è l'Hot Press Moulding. Questo metodo riesce a garantire un'elevata produttività derivante dal notevole grado di automazione e dalla possibilità di utilizzare sistemi di resina fast curing. Inoltre, è risaputo che l'elevata inerzia termica delle autoclavi e il processo di riscaldamento e raffreddamento portano a tempi*



Moreover, the high thermal inertia of autoclaves and the heating and cooling cycles, brings to 3 hours the complete process. On the contrary, the localized heating of the Hot Press Moulding ensures low cycle times compared to the autoclave, so the production capabilities reach levels unconceivable for the traditional process.

Despite the efforts have brought the parts produced with this technology to high quality levels, the target obtained from the section produced by curing in autoclave is still far away.

From these problems comes the idea by H.P. Composites to develop a production process positioned between autoclave and underpressure production, taking advantage from both of them. The idea is to replicate the physical principle behind autoclave production with a press molding, taking advantage from the reduction of the cycletime due



ciclo di almeno tre ore; contrariamente, il riscaldamento localizzato dell'Hot Press Moulding garantisce tempi ciclo drasticamente ridotti rispetto all'autoclave, portando la capacità produttiva a livelli impensabili per il processo tradizionale. Nonostante i recenti sforzi abbiano portato le parti prodotte con questa tecnologia a livelli di qualità rilevanti, il target ottenibile da quelle prodotte mediante curing in autoclave ne risulta ancora lontano. Da queste problematiche nasce l'idea di HP Composites di sviluppare e mettere a punto un processo produttivo che sia in grado di posizionarsi al centro tra la produzione in autoclave e quella sotto pressione, traendo vantaggio dall'una e dall'altra. L'idea è quella di replicare il principio fisico alla base della produzione in autoclave con uno stampaggio in pressa, beneficiando della riduzione dei tempi ciclo dovuti all'automazione.

La tecnologia sviluppata da HP, chiamata Air Press Moulding (APM), sfruttando un controstampo

### Innovative Polyester Resins, for carbon fiber composites

The Carlo Riccò & Fratelli S.p.A. company leader in unsaturated polyester resins, has developed innovative resins family, called Poliplast P319.

The Poliplast P319 can be easily employed in the carbon fiber reinforced composite materials preparation, for various technological applications (construction and engineering).

Optimized Poliplast 319 resins with specific formulation for carbon fibers lead to composites that reach mechanical strengths and thermal similar to those of classical epoxy composites. This result opens the way to structural applications in such industries as automotive, sports, wind energy, etc.

The resins prepared have a very good adhesion with a lots of commercial carbon fiber. The obtained composites have high thermal-mechanical properties. The matrix and reinforcement adhesion is optimal with consequent manufacturing of product for high performance applications, such as automotive and construction.

These unsaturated polyester resins, Poliplast P319, have a excellent carbon fiber impregnation, were aged both hot and cold with a high degree of polymerization at ambient pressure and with good chemical resistance, important properties in the building sector. They can be injection molded (RTM, VARTM, etc.) and Pultrusion.

The manufactured products with Poliplast P319, are aesthetically beautiful, important properties in the carbon fiber composite applications.



**CARLO RICCÒ & F.lli**  
INDUSTRIA RESINE - VERNICI - AFFINI  
**CARLO RICCÒ & I.**

**60°**  
1955-2015

### Resine Poliesteri innovative, per compositi con fibre di carbonio

La Carlo Riccò & Fratelli S.p.A. Azienda Leader nel settore delle resine Poliesteri Insature ha lanciato sul mercato una innovativa famiglia di resine, chiamata Poliplast P319.

Le Poliplast P319 possono essere impiegate facilmente nella preparazione di compositi rinforzati con fibre di carbonio commerciali, idonei all'utilizzo sia nel settore automotive che in quello edilizio. Le resine preparate, sono state realizzate, per migliorarne l'adesione alla maggior parte di tessuti presenti in commercio. Si sono così ottenuti dei compositi con elevate proprietà termo-meccaniche. L'adesione tra matrice e rinforzo è risultata ottimale con conseguente ottenimento di manufatti per applicazioni ad alte prestazioni.

Queste resine poliestere insature, Poliplast P319, impregnano facilmente la maggior parte delle fibre di carbonio attualmente in commercio e induriscono con un elevato grado di polimerizzazione, sia a caldo che a freddo a pressione ambiente.

La lavorazione non richiede perciò necessariamente l'utilizzo di autoclavi. Possono essere utilizzate nelle più comuni tecniche di lavorazione come lo stampaggio a iniezione (RTM, VRTM, ecc.) e in Pultrusion.

I manufatti ottenuti hanno mostrato di possedere altissime caratteristiche termo-meccaniche e una buona resistenza chimica e ottime finiture superficiali, che li rendono idonei all'utilizzo sia nel settore automotive, in quello edilizio e per applicazioni estetiche.

**Carlo Riccò & F.lli**  
Viale Della Vecchia Ferrovia, 8/10  
42015 Correggio (RE) - Italia  
Tel. +39 0522/694035 - Fax +39 0522/642842  
info@ricco.it - www.ricco.it



to automation.

The technology developed by HP, named Air Press Moulding (APM), uses an inflatable countermold, applying a hydrostatic pressure on the workpiece surface, applying the same compaction in every part of the piece. This process is achieved through a hot-plate press that can hold very large molds thanks to its work surface of 2000x3000mm.

Exploiting the variable inflation of the countermold, an equal compression pressure is obtained

on each point, decreasing the voids contents at values similar to those obtainable by autoclave production.

Thanks to this new solution it is possible to ensure a high properties product even with variable geometry of the surfaces.

This is one of the advantages of the APM, compared to the HPM process. In the latter, there may be folds and crushing, internal porosity or surface porosity, presence of high resin quantity on the vertical walls, caused by



different compaction mechanisms obtained with a rigid counterweight that moves in a straight line. In the same way, the extreme flexibility of the countermold used by HP allows the production of parts with missing sub-frames, as it would happen using autoclaves.

Another peculiarity of this new technology, is the ability to keep under control the inflation pressure value: oppositely to closed-loop technologies, it has the plus of producing sandwich panel using the press

with the different types of core available on the market. The inflatable countermold has been designed to work with tire pressures ranging from 2 to 10 bar, thus obtaining the perfect compaction even of high thickness laminates.

This technology is less expensive than the Hot Press one. In the first analysis this is caused by the absence of rigid countermold which must have narrow dimensional and geometric tolerances to ensure products with high aesthetic and structural

performances.

Moreover, for the compaction and the production under pressure of large parts, a high strength molding force is required, with values that easily exceed 800 tons. Instead, the APM, the use of the compaction carried out by the inflatable cartridge, needs a 240 tons press, allowing the lighter mold design which brings to a reduction of costs.

Moreover, an additional strong point of this technology compared to the other, lies on



*gonfiabile, permette di applicare una pressione idrostatica sulla superficie del componente, rendendo la compattazione costante in ogni parte del laminato. Questo processo, oramai largamente consolidato e utilizzato, viene realizzato per mezzo di una pressa a piani caldi che, grazie all'ampio piano di lavoro di 2000x3000mm, può ospitare stampi di elevate dimensioni.*

*Sfruttando il gonfiaggio variabile del controstampo, si riesce a ottenere una pressione di compattazione uguale in ogni punto, riducendo il contenuto di vuoti a valori molto prossimi a quelli della produzione in autoclave. Grazie a questa metodologia è possibile assicurare proprietà elevate costanti in tutto il prodotto, anche al variare dell'inclinazione delle superfici.*

*Questo è da considerarsi uno dei principali vantaggi rispetto al processo HPM.*

*In quest'ultimo, possono verificarsi grinze e schiacciamenti, porosità interne e/o superficiali, contenuti di resina elevati in corrispondenza delle pareti verticali, principalmente per via dei diversi meccanismi di compattazione ottenibile con un controstampo rigido che si muove in maniera rettilinea. Allo stesso modo, l'estrema flessibilità del controstampo utilizzato da HP permette la produzione di parti con sottosquadri marcati, proprio come avverrebbe in autoclave.*

*Un'altra peculiarità di questa nuova tecnologia è la possibilità di tenere sotto controllo il valore della pressione di gonfiaggio: al contrario di quanto ottenibile con le tecnologie a stampo chiuso, si ha il notevole vantaggio di poter produrre sotto pressa pannelli sandwich con le diverse tipologie di core disponibili sul mercato. Il controstampo gonfiabile è stato progettato e affinato per lavorare con pressioni di gonfiaggio che vanno dai 2*

*fino ai 10 bar, rendendo ideale la compattazione anche di laminati con elevato spessore.*

*Risulta altresì evidente come questa tecnologia richieda un costo d'investimento minore rispetto alla Hot Press. In prima analisi, questo è dovuto all'assenza del controstampo rigido che, per garantire prodotti ad alte prestazioni estetiche e strutturali, deve avere tolleranze dimensionali e geometriche strettissime. In più, per la compattazione e la produzione di parti di grandi dimensioni sotto pressa è richiesta una forza di chiusura degli stampi elevatissima, con valori che possono facilmente superare le 800 tonnellate. Invece, l'APM sfruttando la compattazione effettuata dal controstampo gonfiabile, necessita di una pressa da sole 240 tonnellate, permettendo una progettazione dello stampo più leggera che si traduce in una riduzione del suo costo. Un ulteriore punto di forza della nuova*





versatility and flexibility of the process. For example, it may happen that, after the production has started, it is required to add some reinforcement to some parts of the workpiece, increasing the size of the laminate. This change “on the run” requires, in the case of Hot Press, a modification of the countermold which is unnecessary when using the Air Press thanks to the great adaptability of the flexible countermold.

This quick comparison allows you to check the cost and performance benefits of product/process technology optimized by HP compared to HP keeping unchanged the strengths of closed-loop production like: high repeatability, product traceability with cure cycle sensing and low cycle times.

This is a technology that can capture the best aspects of autoclave production, leaving behind the disadvantages. The Air Press utilizes more efficient heating obtained by an optimized mold design.

Thanks to the high know-how acquired in recent years, H.P. Composites possesses, between its skills, the possibility to optimize molds from the thermal point of view and, thanks to the use of thermomechanical simulations based on FEM analysis (heating for conduction) and thermofluidodynamic simulations based on CFD (fluid heating), manages to design molds that guarantee uniform heating of the composite material.

Through the use of these tools, it is also possible to improve the heating efficiency that in a short time reaches the desired temperature for the curing



*tecnologia rispetto a quella tradizionale, risiede nella versatilità e nella flessibilità del processo. Può capitare infatti che a produzione avviata venga richiesto di aggiungere qualche rinforzo in determinati punti del pezzo, aumentando così lo spessore del laminato. Questo cambiamento “in corsa” richiede una modifica invasiva del controstampo nell’HP. Rettifica non necessaria nell’Air Press grazie all’estrema adattabilità del controstampo flessibile. Questo rapido confronto porta alla luce gli evidenti vantaggi in termini di costo e di performance di prodotto/processo della tecnologia ottimizzata da HP rispetto all’HPM nonostante si mantengano inalterati (a parità di materiali) i punti di forza della produzione a stampo chiuso come: l’elevata ripetibilità, la tracciabilità dei prodotti con la sensorizzazione del ciclo di cura e i bassi tempi ciclo.*

*L’APM è una tecnologia che è in grado di ricavare gli aspetti migliori della produzione in autoclave, lasciando indietro quelli che sono gli svantaggi. A differenza di questo processo, l’Air Press sfrutta un riscaldamento più efficiente dovuto alla progettazione ottimizzata dello stampo.*

*HP Composites, grazie all’elevato know-how specialistico acquisito negli ultimi anni, vanta nelle proprie competenze anche l’aspetto di ottimizzazione degli stampi dal punto di vista termico. Grazie al sapiente utilizzo di simulazioni termomeccaniche basate su FEM (per il riscaldamento per conduzione) e simulazioni termo-fluidodinamiche basate su CFD (per il riscaldamento a fluido) riesce nella complicata attività di progettare gli stampi che garantiscano un riscaldamento uniforme del materiale composito. Attraverso l’impiego di questi strumenti si perfeziona anche l’efficienza del riscaldamento, che raggiunge in tempi brevi la temperatura desiderata per la cura del materiale.*

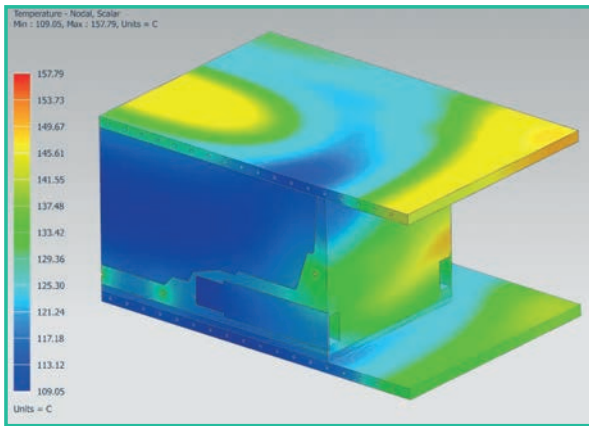
*Nell’autoclave, se la distribuzione della pressione è uniforme, non si può dire lo stesso per la temperatura, che è causa di moltissime variabili. Tra queste,*



of the material.

In the autoclave the pressure distribution is uniform although it's not the same for the temperature, which is the cause of many variables.

Among them, in addition to the autoclave shape, the structure and the thickness of the mold and also the presence of other elements that can disturb and obstruct the convective flow. For a perfect filling of the autoclave, sometimes one has to make mold variations in the different cycles, thus making impossible to predict with precision the time and the heating



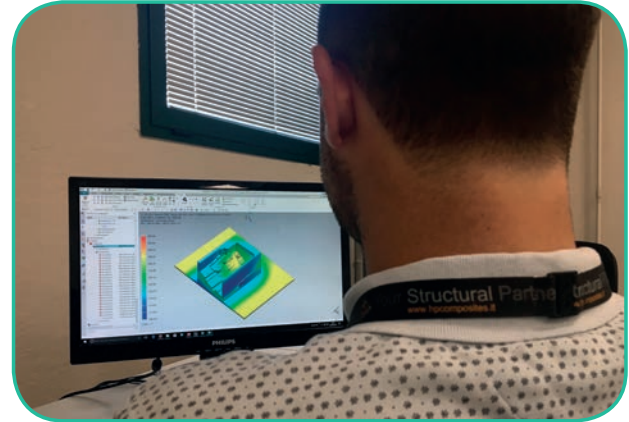
of the parts.

However, there here are retroactive control systems that allow to change the process parameters according to the moulds temperature, but it's not easy to put them into the production system, especially if they have not been scheduled from the beginning or the system has not been bought recently.

Their integration is not considered due

to the cost and the variability of the moulds present in autoclave in the same moment. Indeed, even using sensors throughout the molds it is not easy to find the relationship between the process parameters (temperature, air speed etc) and the heating moulds, thus making sensing an unnecessary expense.

In the APM the heat is efficient and allows important energy



savings, as well as a better cycle of component care.

Moreover, if in the autoclave the cycle is conditioned by the element with the longest lasting cycle, following the rule of the retardant probe, in the APM, the care process can be customized and changed at any time, creating for each component customized and optimized cycles.

This technology, in constant development, lays the foundations for a new future of composite materials opening perspectives and scenarios unthinkable until a few years ago.



*oltre alla forma propria dell'autoclave, si ha la forma e lo spessore dello stampo e la presenza di altri elementi che possono disturbare e ostacolare il flusso convettivo. Per un riempimento perfetto dell'autoclave bisogna, alle volte, apportare delle variazioni da ciclo a ciclo degli stampi all'interno rendendo impossibile prevedere con esattezza il tempo e il modo di riscaldamento delle parti. Esistono tuttavia dei sistemi di controllo retroattivo che permettono di modificare i parametri di processo in funzione della temperatura degli stampi ma non è sempre semplice implementarli nel sistema produttivo, soprattutto se non sono stati previsti dall'inizio o se il sistema non è di recente acquisto. L'integrazione non viene considerata*

*per via del loro costo e a causa della variabilità degli stampi che possono essere presenti in autoclave nello stesso momento. Infatti, anche sensorizzando tutti gli stampi, non è compito facile trovare la correlazione tra i parametri di processo*



*(temperatura, velocità dell'aria, etc.) e il modo di riscaldamento degli stampi rendendo, quindi, la sensorizzazione una spesa superflua. Nell'APM il riscaldamento risulta quindi più efficiente permettendo, oltre che un miglior ciclo di cura del componente, un importante risparmio energetico. Inoltre, se nell'autoclave si segue la regola della sonda ritardante secondo la quale il ciclo è dettato dall'elemento con ciclo più lungo, il processo di cura può essere completamente customizzato e variato in ogni momento, creando cicli personalizzati e ottimizzati per ogni componente.*

*Questa tecnologia, in costante evoluzione e sviluppo, getta le basi per un nuovo futuro dei materiali compositi aprendo prospettive e scenari impensabili fino a qualche anno fa.*