



L'RTM facilita la produzione in serie per il mercato dei compositi nel settore automobilistico



Klaus Ritter, Huntsman Advanced Material

Introduzione

Per soddisfare i requisiti di maggiore flessibilità e libertà nel campo della progettazione, di una superiore tenacità, robustezza e leggerezza, l'industria automobilistica adotta sempre di più strategie basate sull'utilizzo di materiali compositi di basso peso. In questo articolo, Klaus Ritter, Marketing Manager di Advanced Materials spiega come le resine epossidiche di ultima generazione abbiano permesso di attuare tecniche di produzione molto competitive dal punto di vista dei costi insieme a soluzioni di alta qualità per il mercato dei compositi per il settore automobilistico su

scala industriale.

Nella produzione su larga scala delle automobili l'impiego dei compositi epossidici è ormai una realtà di fatto. Dall'epoca in cui i compositi venivano utilizzati per applicazioni di parti esterne non strutturali come cofani e portabagagli di automobili, essi sono stati nel tempo estesi ad applicazioni strutturali e alla produzione in serie di componenti di veicoli.

Le resine epossidiche rinforzate con fibre danno luogo a materiali compositi dotati di prestazioni meccaniche e di resistenza alla corrosione comparabili per non dire superiori a quelle del metallo per applicazioni strutturali. I

materiali compositi offrono alta tenacità meccanica, rigidità e migliore resistenza all'urto.

Sostituire i materiali convenzionali con i compositi può determinare una riduzione del peso del veicolo, un più efficace consumo del combustibile e un miglior rapporto potenza/peso offrendo così una prestazione globale superiore.

La grande sfida lanciata dall'utilizzo dei materiali compositi è stata la capacità di ridurre le durate dei cicli di produzione. A causa di ciò, molti produttori hanno preso in esame le loro tecniche di produzione nell'intento di accelerare i ritmi di produzione e i volumi totali pur

conservando alti standard qualitativi e costi di investimento ridotti.

I materiali prepreg derivati dall'industria aerospaziale con reticolazione in autoclave sono stati ampiamente usati nei settori delle automobili da competizione e di alto prestigio. Tuttavia, per poter utilizzare i compositi in modo economicamente vantaggioso nella produzione in serie, sia i processi produttivi che le resine dovevano essere adeguate alle nuove esigenze.

Le nuove resine liquide epossidiche sono state quindi messe a punto per una grande varietà di processi fuori autoclave, ad esempio, nel caso dell'RTM, lo

stampaggio per infusione di resina. Attualmente sono disponibili altre resine epossidiche a reticolazione veloce e specificatamente i sistemi epossidici espansi (EES) per lo stampaggio per compressione. Con investimenti relativamente contenuti, gli EES permettono lo stampaggio agevole e preciso di forme complesse oltre a durate del ciclo di produzione brevi, pari a 45-60 secondi a 145-160°C.

Progetti innovativi

Huntsman Advanced Materials ha preso parte attivamente alla realizzazione di vari progetti molto innova-



RTM facilitates mass production in the automotive composites market

Klaus Ritter, Huntsman Advanced Material

Introduction

Vehicle manufacturers are aggressively adopting light-weight composite material strategies to meet requirements for increased design freedom and flexibility, high strength, stiffness and reduced vehicle weight. Here Klaus Ritter, Marketing Manager Advanced Materials looks at how the latest epoxy resins are enabling the growth of cost-competi-

tive manufacturing techniques and high quality solutions in the automotive composites market for mass production.

In mass-market vehicle manufacturing the use of epoxy composites has become widespread. From the early days where composites were used for non-structural exterior applications such as car boots and bonnets, they are now being used for structural applications as well as

the mass production of vehicle parts.

Epoxy resins reinforced with fibres produce composite materials with mechanical performance and corrosion resistance properties that are comparable to, if not higher than metal for structural applications. Composite materials offer high mechanical strength, stiffness and better impact resistance.

Substituting conventional materials with composites

can reduce vehicle weight, produce better fuel efficiency and improved power-to-weight ratios that lead to an overall better performance. A major challenge to the use of composite materials has been the ability to reduce production cycle times. Because of this, many manufacturers are re-evaluating their chosen processing methods with a view to speeding up production rates and total production volumes, while

also aiming to keep quality at a premium and investment costs down.

Aerospace-derived prepreg materials for autoclave cure were most frequently used within the racing and high-value sectors of the automotive industry. However, for composites to be cost-effectively applied in mass production, both the manufacturing processes and resin systems needed to be adapted accordingly.



tivi con altri produttori internazionali, nel campo dei compositi per il settore automobilistico. Per esempio, per la produzione del primo telaio in fibra di carbonio della Lamborghini Aventador LP700-4 è stato scelto il sistema Araldite® RTM.

La resina suddetta e la tecnologia RTM-Lambo Lamborghini hanno dato vita quindi ad un telaio robusto e leggero, dotato di un eccellente rapporto potenza/peso. Oltre a questo, il sistema fornisce una soluzione dai costi ragionevoli in vista di una produzione veloce e ripetibile delle parti strutturali, dotate di elevate proprietà meccaniche e termiche, comparabili a quelle dei prepreg reticolati in autoclave. Ciò dimostra che l'RTM è diventata un'eccellente soluzione industriale.

Per la produzione in serie di componenti, tuttavia, i processi RTM standard do-

vevano essere perfezionati sviluppando una nuova soluzione RTM più veloce.

RTM – La transizione dai sistemi a bassa pressione a quelli ad alta pressione

I sistemi epossidici RTM utilizzati per applicazioni in campo automobilistico sono bicomponenti e per lo più sono costituiti da una resina e da un indurente. Quando il processo prende avvio, i componenti chimici vengono riscaldati nelle taniche di stoccaggio alla temperatura indicata e tenuti separati in ricircolo continuo dal circuito dell'erogatore fino al componente interno della testina di miscelazione. Ciò garantisce una viscosità costante per tutta la durata del processo (Fig. 1).

La viscosità ridotta delle resine Huntsman gioca un



Fig.1 Recentemente, Huntsman ha preso parte attivamente alla realizzazione di vari progetti molto innovativi e ha lanciato la resina Araldite® per la produzione del primo telaio in fibra di carbonio di un'automobile Lamborghini, prodotto con l'ausilio della tecnica fuori autoclave

Huntsman has recently been involved in various ground-breaking projects, providing Araldite® resin system for Lamborghini's first production carbon fibre chassis, manufactured using an out-of-autoclave technique

New epoxy liquid resins have subsequently been developed for a wide variety of out-of-autoclave processes, such as Resin Transfer Moulding (RTM). Other

fast curing epoxy systems and specifically expandable epoxy systems (EES) are also available for wet compression moulding. Involving moderate invest-

ment costs, EES allows the easy and exact moulding of complicated shapes and the possibility of extremely short cycles times up to 45-60 seconds at 145 -160°C.

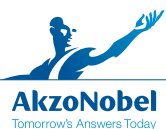
Second generation Cobalt-free accelerators You can't ignore them

Chances are that the use of cobalt carboxylates will be further restricted. Stay ahead of cobalt legislation and be prepared for the future with Nouryact™.

Primarily based on Iron, our second generation Nouryact™ Cobalt-free accelerators work in all temperature ranges and have a low color impact. They are easy to use and combine high reactivity with process flexibility to secure the desired mechanical properties in the required product cycle time.

We are ready for a Cobalt-free composites world. Are you? Meet us at booth F17 or visit our lecture on March 13 at 14.30 hrs in the Agora room at JEC Europe in Paris.

www.nouryact.com





ruolo essenziale in tutto il processo, a partire dall'erosione e dalla miscelazione fino all'impregnazione e alla buona bagnabilità della fibra nello stampo (Fig. 2). L'RTM standard è noto anche come "RTM a bassa pres-

sione" in quanto i componenti del sistema (resina ed indurente) vengono miscelati solitamente con un miscelatore statico elicoidale ad una pressione relativamente bassa, molto di frequente inferiore ai 15 bar. La misce-

la viene poi iniettata nello stampo contenente il rinforzo, anche in questo caso a bassa pressione. Per contro, nel caso dell'"RTM ad alta pressione", la miscelazione è regolata dal contro-flusso ad alta velocità

dei componenti reattivi, con l'ausilio di iniettori adeguati o "getti" in una camera di miscelazione cilindrica (il cui diametro può essere pari a 4-5 mm), ad alta pressione, nella maggior parte dei casi a 50 bar. Gli agenti chimici si uniscono e si mescolano nella piccola cavità cilindrica convertendo la loro energia cinetica in turbolenza (Figg. 3 e 4).

Il controllo computerizzato stabilisce la quantità precisa di materiale liquido richiesto da ogni singolo stampo e calcola la durata precisa del processo di iniezione in base al rendimento della pompa. Quando il comando del macchinario invia l'input di iniezione, il pistone che chiude la camera di miscelazione viene attivato automaticamente, la camera di miscelazione si apre e i componenti del liquido vengono erogati attraverso gli ugelli sotto pressione.

Il flusso laminare dei liquidi lascia la testina attraversando l'ugello di iniezione fissato in un foro dello

stampo. Tutto il materiale miscelato viene quindi trasportato velocemente nella cavità senza alcuna perdita. Questo trasporto avviene anche ad alta pressione, superiore ai 50 bar. Il quadro comandi manda poi un segnale al sistema idraulico il quale chiude velocemente la testina di miscelazione riportandola in posizione stand-by. Questa azione repentina ripulisce la parete cilindrica della camera di miscelazione rimuovendo tutto il liquido residuo. Quindi, queste testine non richiedono ulteriori lavaggi con solventi o detergenti.

Con l'RTM standard, la produzione di un componente avviene in 15.85 minuti e nella maggior parte dei casi, per ottenere la massima prestazione, è richiesta una fase aggiuntiva di reticolazione. Grazie agli ultimi sviluppi dell'RTM ad alta pressione, la possibilità di produrre parti finite in 5-13 minuti è ormai una realtà tangibile, il che equivale a dire, un risparmio di tempo pari all'85%.



Photographs supplied courtesy of Automobili Lamborghini

Fig. 2 Il primo progetto ideato dalla casa Automobili Lamborghini per incentivare al massimo l'uso dei compositi nella costruzione di veicoli è il telaio in materiale composito per l'Aventador LP700-4, realizzato con la resina Araldite®

The first project to come from Automobili Lamborghini's new corporate strategy to maximise composites in production vehicles is the Aventador LP700-4's composite chassis, made using an Araldite® resin system



Innovative designs

Huntsman Advanced Materials has recently been involved in various ground-breaking automotive composite projects with different global manufacturers. For example, an Araldite® RTM system was selected for the production of the first carbon fibre chassis from Lamborghini on the Aventador LP700-4. The resin and Lamborghini's 'RTM-Lambo' technique created a robust and lightweight chassis with an excellent power-to-weight ratio. In combination, this system offers a cost effective solution for the quick and repeatable production of structural

parts with high mechanical and thermal properties that are comparable to autoclaved prepregs – proof that RTM is fast becoming an excellent industrial solution. For the mass production of parts, however, standard RTM processes needed to be improved and a faster solution for RTM developed.

RTM – moving from low to high pressure systems

Epoxy RTM systems used in automotive applications are bi-component systems and most commonly consist of a formulated resin and a formulated hardener. When the

process starts, the chemical components are warmed to the required temperature in storage tanks and kept separate in continuous re-circulation through the circuit of the dosing machine up to the inner part of the mixing head.

This ensures their viscosity remains constant throughout the process (Fig. 1). The low viscosities of Huntsman's resin systems play an essential role in the entire process from the dosing and mixing right through to impregnation and good fibre wet-out in the mould.

Standard RTM is also known as 'low pressure RTM' because the system compo-

nents (resin and hardener) are usually mixed through a static, helicoidal mixer at a relatively low pressure, most often lower than 15 bars. The mixture then feeds the mould containing the reinforcement, also at low pressure. In comparison, for 'high pressure RTM', the mixing is managed by the high speed counter-flow of the reactive components with appropriate injectors or 'jets' in a cylindrical mixing chamber (whose diameter can be as small as 4-5mm) at high pressure, most commonly above 50 bars. The chemicals meet and mix thoroughly in the small cylindrical cavity, converting their ki-

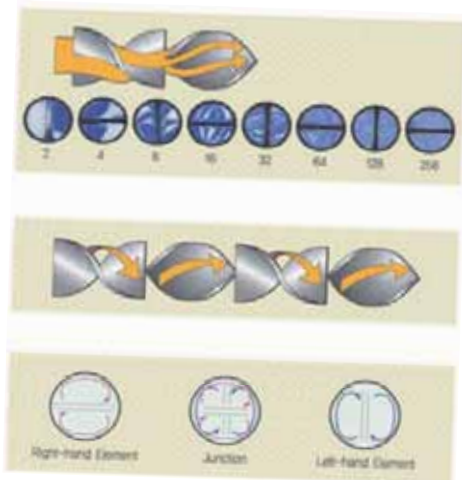
netic energy into turbulence (Fig. 3 - 4).

The computerised control determines the precise amount of liquid materials required by each different mould and calculates a precise injection time for pump output. When the machine's control sends an injection command, the piston sealing the mixing chamber is operated hydraulically, the mixing chamber is opened and the liquid components are sent through pressure-inducing nozzles.

The laminar flow of liquids leaves the head through an injection nozzle that fits a hole drilled into the mould. All the blended material is



> Low pressure: Static mixer



> High pressure: Mixing chamber

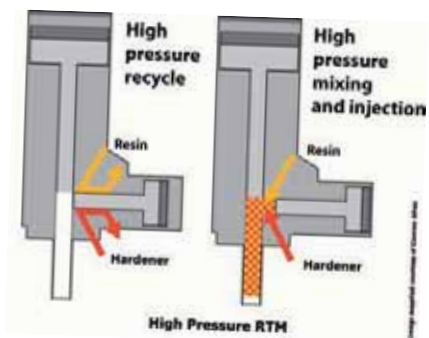


Fig. 3

Fast RTM - high pressure = 5.5-13 min

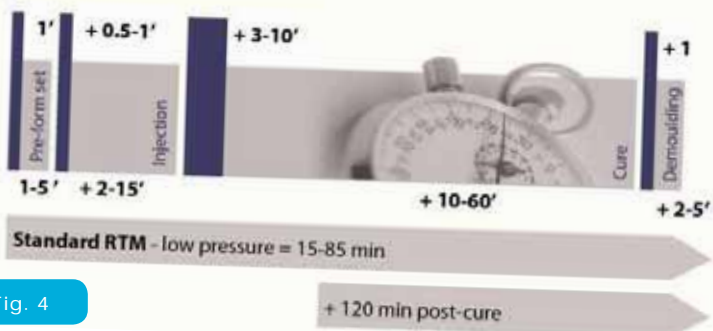


Fig. 4

therefore quickly transferred into the cavity, without waste. This transfer operation is also performed under very high pressure, higher than 50 bars. The control panel then sends a signal to the hydraulic pack which quickly closes the mixing head and brings it to the rest position. This quick action cleans out the cylindrical wall of the mixing chamber, removing any residual liquid. Therefore, these heads do

not require any flushing with solvents or detergents (Fig. 3 and 4). With standard RTM, part production in the mould takes between 15-85 minutes. In most cases, a post cure is required to develop the ultimate performance. With the latest developments in high pressure RTM there is now potential to produce finished parts in 5 to 13 minutes, which equates to a significant time saving up to 85%.



Product designation	Mix viscosity	Injection / curing temperature	Maximum injection time	Typical cure time	Resulting T _g (2)	Toughness G _{IC} (3)
Conditions	mpa.s	°C	sec	min	DMA onset point °C	J/m ²
Araldite® LY 1564 Hardener XB 3458	< 50	100	ca 30	5	78 - 88	400 - 480
Resin XB 3585 Hardener XB 3458	< 50				93 - 103	250 - 320
Resin XU 3508 Hardener XB 3458	75 - 100	110	ca 60	10	93 - 103	350 - 550
Resin XB 3585 Aradur® 5003-1	< 50				110 - 120	180 - 230
Araldite® LY 1564 Aradur® 5003-1	< 50				94 - 104	230 - 290
New development	< 50	110	ca 60	2 - 2.5	95 - 105	350 - 400

Tab. 1 (2) T_g DMA obtained with 1% internal release agent (3) Measured with low pressure RTM cure cycle + 120°C post-cure

Sistema epossidico Araldite® per RTM veloce (Tab. 1)

Conclusioni

L'RTM ha reso possibile la produzione di parti di alta qualità offrendo quella flessibilità che permette ai

progettisti di realizzare forme complesse in materiale composito, diversamente dai tempi in cui si utilizzavano i materiali convenzionali. I più recenti sviluppi dei materiali e i processi nei miscelatori ad alta pressione hanno perfezionato il processo RTM offrendo una soluzione commerciale valida che

può soddisfare la crescente domanda di lavorazioni accelerate e di cicli operativi di durata inferiore per volumi di produzioni in serie. Huntsman Advanced Materials offre resine epossidiche per RTM standard e ad alta pressione, a garanzia di una prestazione superiore. Questi sistemi hanno già di-

Araldite® epoxy systems for fast RTM (see Tab. 1)

Conclusions

RTM has traditionally supported the consistent production of high-quality parts and provided flexibility which allows designers to produce complex shapes with composites that simply wouldn't be possible with conventional materials. The latest material developments and processes in high pressure mixing are taking

RTM to the next level, providing a commercially viable solution that meets increasing demands for fast processing and shorter cycles for volume production in the mass market.

Huntsman Advanced Materials now offers epoxy resin systems for both standard and high pressure RTM with superior performance. These systems are already proven in offering advanced processing properties and significant production time savings. The future of epoxy composites in the automotive industry is greater than ever before.

mostrato la loro validità offrendo proprietà avanzate nel trattamento e un risparmio di tempo considerevole. Il futuro dei compositi epos-

sidici nell'ambito dell'industria automobilistica è quindi una realtà sempre più proiettata verso il massimo successo.