

Laminado con preimpregnados

— Por A. Besednjak —

Los materiales preimpregnados fueron desarrollados para aplicaciones aeronáuticas y aeroespaciales, que requerían un elevado contenido de refuerzo en la composición del material compuesto, así como una perfecta uniformidad del contenido de resina.

Aunque en el sector naval actualmente sólo se construyen embarcaciones de altas prestaciones, debido al elevado coste de dichos materiales, se cree que en los próximos años su utilización será más frecuente en los sectores de mayor producción, a medida que se descubran otras aplicaciones industriales que les permitan ser más competitivos económicamente frente a las técnicas tradicionales de construcción.

El concepto fundamental

Los materiales preimpregnados son generalmente estructuras textiles impregnadas con resinas reactivas listas para ser utilizadas, a las cuales se le ralentiza el proceso de reticulación almacenándolas a bajas temperaturas.

Las matrices más utilizadas para fabricar los preimpregnados suelen ser matrices epoxies y matrices fenólicas.

La impregnación se realiza mediante rodillos impregnadores que permiten obtener porcentajes de resina muy precisos y una buena uniformidad del impregnado.

La ralentización del curado se produce al someter a la resina a bajas temperaturas (entre -10°C y -20°C) cuando esta se encuentra en su estado B (B-stage), es decir, una vez catalizada pero antes de llegar al punto de gel de la curva exotérmica.

El procesado de dichos materiales se realiza entonces, disponiendo las diferentes capas de estructura textil descongelada sobre el útil (molde), y sometiéndolas finalmente a presión y temperatura, obteniendo como resultado laminados de la más alta calidad.

Los materiales

En función del sistema de matriz utilizado existen diferentes métodos de fabricación del preimpregnado. El aspecto básico es el manejo de la viscosidad de la resina de impregnación. Bien pueden ser mediante disolventes o bien mediante calentamiento de las resinas. En ambos casos, lo que se persigue es disminuir la viscosidad de la resina, que favorezca la impregnación del refuerzo, y, evitar la inclusión de burbujas de aire en la matriz a causa de una elevada viscosidad de la misma.

La reducción de la viscosidad por adición de disolventes es un proceso complejo, debido a que una vez concluido el impregnado de las estructuras textiles, dichos disolventes son extraídos y recuperados. En la reducción de la viscosidad por calentamiento de la matriz no es necesaria la fase de extracción.

Una vez impregnados los refuerzos, y para evitar la destilación de la matriz, se deja avanzar la reticulación de la misma, aumentando de esta manera su viscosidad, obteniendo un material intermedio.

Debido a que la impregnación se realiza con resinas mezcladas con endurecedores o catalizadores, los materiales preimpregnados poseen un tiempo de vida relativamente corto. Por esta razón, su almacenaje se realiza bajo refrigeración, retrasando la reacción de reticulación que se ha iniciado al momento de impregnarlos. Los tiempos de vida varían de acuerdo a la matriz utilizada, y pueden ser entre 10 y 60 días sin congelación, y hasta 6 meses a temperaturas bajo cero.

La técnica del moldeo con preimpregnados permite separar los procesos de preparación de los de moldeo.

Para su correcto procesado, los materiales preimpregnados deben descongelarse lentamente, hasta que alcancen la temperatura ideal de trabajo, entre 15°C y 30°C , dado que presentan poca rigidez y especial adhesividad.

En la fase de descongelación es sumamente importante evitar que el preimpregnado adquiera humedad (afectaría a la calidad de la

pieza), razón por la cual debe conservarse en su envoltorio original, así como colocarlo en un lugar en posición horizontal, para evitar el escurrimiento de la matriz.

La técnica del laminado con prepegs es similar al laminado manual, es decir, la colocación de sucesivas capas de material manualmente sobre el molde, pero sin la necesidad de impregnar los refuerzos ni de realizar la compactación mediante rodillos.

Para su curado final, la pieza alojada en su molde debe ser sometida a presión y temperatura. Si la presión de compactación es baja (hasta - 1bar) se puede obtener mediante un sistema de vacío. Si la presión de compactado requerida es elevada, debemos recurrir al uso de prensas o autoclaves. Los autoclaves ejercen presión hidrostática en la totalidad de la pieza, razón por la cual es elegido en piezas de geometrías complejas.

Dependiendo de la temperatura de curado, podemos diferenciar tres clases de preimpregnados:

- Preimpregnados de alta temperatura
- Preimpregnados de media temperatura
- Preimpregnados de baja temperatura

Los preimpregnados que curan a altas temperaturas, son los que poseen las mejores propiedades físicas y mecánicas. La temperatura de curado es alrededor de 180°C y se utilizan en construcciones aeroespaciales.

Los preimpregnados de media temperatura son la gama comercial más amplia, ya que poseen temperaturas de curado cercanas a 120°C, y se utilizan en variedad de piezas industriales.

Los preimpregnados de baja temperatura (low energy cure) poseen temperaturas de curado que oscilan entre 60°C y 120°C, y se encuentran entre los más utilizados en el sector naval debido a que el tamaño de las piezas a construir condiciona el tamaño del horno de curado.

Un aspecto vital para conseguir buenos resultados con materiales preimpregnados es su ciclo de curado. Partiendo de que la viscosidad de la resina se modifica con la temperatura, debemos atender con precisión al ciclo de curado que nos especifica el fabricante del material. Dicho ciclo o rampa térmica establece las características óptimas de flujo de resina. Si dicha rampa térmica no se cumple, podemos encontrarnos ante graves problemas. Si la velocidad con que aumenta la temperatura es menor a la especificada, podrían presentarse problemas de refuerzos secos por excesivo flujo de resina. Si dicha velocidad fuese mayor a la especificada, podrían presentarse zonas resacas

o con contenido de aire, fruto de un curado anticipado que no permite el flujo de resina.

El corte de los materiales preimpregnados se puede realizar de dos maneras: corte manual y corte mecánico. El corte manual se realiza mediante tijeras o simples cuchillas. El corte mecánico se realiza mediante cortadoras de cuchillas de control numérico; Los sistemas de corte por láser y chorro de agua no son aptos para cortar los preimpregnados. El corte por láser acelera la reticulación de la resina por la línea de corte, y el chorro de agua aporta humedad al material, con las consabidas pérdidas de propiedades del mismo. Los métodos de corte mecánicos permiten una optimización del material, reduciendo así los desperdicios.

De esta manera, con las piezas cortadas previamente, la colocación de las piezas de material sobre el molde es más sencilla, y permite disponerlas con la correcta orientación de las fibras, con la posibilidad de rectificar si procede.

Por último, el almacenaje de los preimpregnados se realiza en cámaras frigoríficas, donde la temperatura sea cercana a los -15°C. Debe evitarse su exposición a los rayos ultravioletas y se debe seguir un riguroso seguimiento de las salidas del material del congelador, a efectos de poder establecer la fecha de caducidad del mismo con exactitud.

El ambiente de trabajo

Las condiciones ambientales de trabajo con materiales preimpregnados son similares a las necesarias para otros métodos de producción, aunque debe prestarse especial atención al control de temperatura, debido a que para una correcta manipulación y procesado de los prepegs, el ambiente de trabajo debe encontrarse entre 15°C y 30°C. A temperaturas inferiores de 15°C resulta casi imposible manipular dichos materiales por su excesiva rigidez, o lo que es lo mismo, por su elevada viscosidad. A temperaturas superiores a 30°C resulta sumamente laborioso trabajarlos por su exceso de adhesividad.

Los moldes

Los moldes deberán ser construidos de un material que soporte las condiciones del proceso seleccionado.

Deberán soportar los niveles de temperatura que requiere el ciclo de curado sin fisuras, grietas o excesivas dilataciones, que impidan un correcto funcionamiento del compactado mediante vacío.

Cuando sea necesario, deberán dotarse de controles de temperatura y niveles de vacío para efectuar una monitorización constante durante el ciclo de curado.

Si el tamaño o complejidad de la pieza lo requiere, deberán añadirse sistemas de flujo de aire para homogeneizar la temperatura interior del horno durante el ciclo de curado.

Es recomendable antes de comenzar el laminado, realizar pruebas de vacío y resistencia de temperatura de los moldes, a efectos de evitar problemas posteriores.

Ventajas del método

Las ventajas que ofrecen los materiales preimpregnados son muchas, entre las que podemos mencionar:

- Elevados porcentajes de refuerzo en su composición.
- Porcentajes muy precisos y homogéneos de la matriz sobre la estructura textil.
- Ahorros sustanciales de material.
- Mejores condiciones de trabajo en general (mayor higiene).
- Menores exposiciones a compuestos orgánicos volátiles.
- Mejor calidad del estratificado.
- Personal de laminado no excesivamente cualificado.
- Posibilidad de organizar mejor el trabajo en el tiempo, debido a que los tiempos de gel son más extensos.
- Facilidad de manipulación del material.
- Posibilidad de rectificar la disposición del material sobre el molde.
- Facilidad de identificación de fallos por control riguroso del proceso.

Desventajas del método

- Coste elevado de los materiales, hasta 4 veces el valor de una técnica convencional.
- Los moldes deben ser concebidos especialmente para el proceso.
- Coste añadido por materiales fungibles.
- Necesidad de infraestructura específica como sistemas de vacío, hornos, autoclaves, congeladores, etc.
- Mayores gastos de gestión para control y seguimiento del material.
- Generalmente necesita de una distribución en planta específica, con zonas acotadas como laminado, compactado, corte, mecanizado, etc.

Los resultados

La técnica del moldeo con materiales preimpregnados es una técnica relativamente nueva que permite obtener piezas con propiedades físicas y mecánicas elevadas.

Técnica exquisita, es la seleccionada para la realización de piezas aeronáuticas, aeroespaciales, y de competición en diversas disciplinas.

Al poder controlar estrictamente los porcentajes de matriz durante su fabricación, la utilización de materiales preimpregnados permite alcanzar proporciones de refuerzo matriz muy elevados, llegando inclusive en algunos prepegs para aplicaciones aeroespaciales a valores tan sorprendentes como 90% / 10%.

Creemos que la nueva realidad que atañe al sector, es decir la reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles, llevará a esta técnica a ocupar un lugar destacado en el sector naval de productos de elevada calidad.

Bibliografía

Tecnología de los composites / plásticos Reforzados, Michaeli, Wegener, capella, Editorial Hanser, 1992, Barcelona.
Processing Notes for SE84 Prepeg, Bannister & nese, SP Systems, 2000, U.K.
Marine Composites, Eric Greene Associates, USA. Libro online, www.marinecomposites.com