

IV

Moldeo por contacto *Laminación manual*

— Por A. Besednjak —

La técnica del laminado manual, encuadrada en el grupo de técnicas de moldeo por contacto, es sin duda la más antigua de todas las técnicas conocidas en la fabricación de piezas con materiales compuestos.

Todas las técnicas de laminado por contacto (tanto laminado manual o proyección simultánea) aprovechan las ventajas de los sistemas de matrices poliéster y viniléster en su procedimiento de curado: que no necesitan la aportación de calor externo para su polimerización al completo ni de la alta presión de moldeo para su estratificación.

A pesar de ser una técnica sencilla y artesanal, con mucha dependencia de la habilidad del operario, continúa siendo, a lo largo de los años, la más difundida, por su bajo coste como por su adecuación a piezas de diferentes tamaños y formas sin excesivos problemas.

Analizaremos pues, los conceptos fundamentales de la técnica e intentaremos establecer las ventajas de la misma así como conocer sus limitaciones.

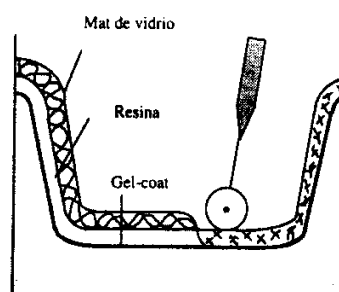
1 - El concepto fundamental

El proceso de laminado manual consiste en la aplicación de sucesivas capas de material (fieltros, tejidos y ensamblados) impregnadas con una resina, y consolidadas mediante la acción de un rodillo o brocha.

La acción de pasar el rodillo sobre la superficie tiene dos razones fundamentales: la primera es ayudar a la impregnación del refuerzo, y la segunda, intentar evitar que queden burbujas de aire atrapadas entre las sucesivas capas del estratificado.

La presión de compactación no será otra, entonces, que la que ejerce la mano sobre el rodillo.

Figura esquemática del método



2 - Las herramientas necesarias

Las herramientas necesarias para desarrollar correctamente esta técnica se dividen en dos grupos:

- Herramientas de laminado
- Herramientas de corte

Las herramientas que consideramos para el laminado son aquellas que nos permiten impregnar el material de refuerzo con la matriz, así como las que nos permiten extraer las burbujas de aire que quedan atrapadas dentro del laminado.

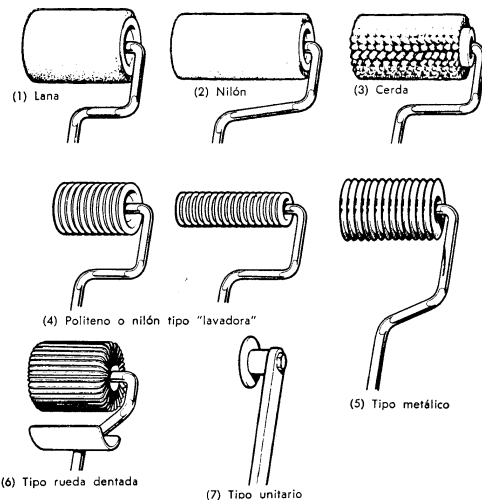
En este grupo podemos mencionar entonces, los rodillos, las espátulas y las brochas.

Los rodillos de laminación son las herramientas ideales para extender la matriz polimérica en grandes superficies con mayor agilidad, permitiendo una distribución más uniforme de la misma. Para dicha tarea el rodillo más acorde es del denominado de lana, ya que no se ve afectado por el ataque químico de la resina, evitando la degradación del mismo (lo que daría lugar a laminados de baja calidad). Existen también rodillos de cerdas y de nylon, aunque son menos utilizados ya que

al ser considerados “blandos” no ejercen una buena presión de consolidación sobre el estratificado.

Dentro de este grupo también tenemos los rodillos metálicos de consolidación, cuya función principal es ayudar a la extracción del aire atrapado entre capas de tejidos y ensamblados. Consisten en un buen número de ruedas dentadas de diferentes diámetros que al actuar sobre el laminado “pinchan” el mismo ayudando a que el aire atrapado salga hacia el exterior. De todos los tipos de rodillos mencionados existen de diferentes tamaños, de acuerdo al tipo de trabajo y dimensiones de la pieza.

La limpieza de los rodillos tanto de laminación como de consolidación suele realizarse con disolventes como la acetona o estireno.

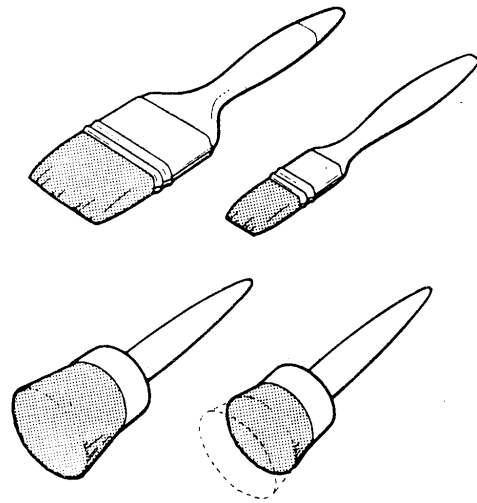


Las bochas para laminados deben cumplir dos premisas básicas:

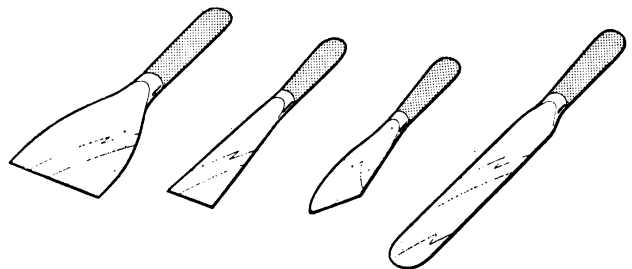
-Que el adhesivo que aglutina el pelo de la misma sea compatible con el sistema polimérico (es decir que no pierda pelo) ya que de otra manera, el desprendimiento de elementos de la misma incide directamente en la calidad del laminado.

-Su coste debe ser bajo, ya que su duración es breve fruto del desgaste y de la imposibilidad de limpiarlas adecuadamente cada vez que se utilizan.

Existen diferentes tipos de brochas, pero las dos más utilizados son las brochas redondas para trabajar lugares estrechos y reducidos, y las brochas planas o paletinas, que se utiliza para laminados de superficies planas.



El uso de las espátulas es ideal cuando la viscosidad del material dificulte la impregnación del refuerzo (ejemplo resinas epoxi), siendo las más utilizadas las plásticas debido a su mayor flexibilidad. Las rasquetas son ideales para realizar mezclas de productos de elevada viscosidad (masillas, pinturas, etc.)



Cuando nos referimos a las herramientas de corte nos dirigimos a aquellas que son necesarias para el corte y preparado previo del material de refuerzo. Dentro de este grupo podemos mencionar las clásicas tijeras y los cuters. Las tijeras suelen tener el problema de su constante desafilado debido a la abrasión de los materiales como la fibra de vidrio aunque son mejores que los cuters para corte de tejidos de mayor espesor o gramaje. La principal ventaja de los cuters respecto de las tijeras es su hoja intercambiable, aunque suelen presentar problemas al cortar tejidos porque pueden producir deshilachado del mismo.

3 - Los materiales

La totalidad de los tejidos, ensamblados y filtros pueden ser aplicados mediante la técnica del laminado manual. También se pueden procesar sin dificultad las resinas poliéster, viniléster y epoxi. Estas razones hacen que el método de laminado manual sea el más difundido.

No obstante, existen una serie de recomendaciones acerca de las secuencias de laminado a seguir, para mejorar la calidad de la pieza.

Siempre que sea posible, la primera capa o piel de contacto con el gelcoat o el molde deberá ser un velo de superficie o en su defecto un fieltro de bajo gramaje, que permitirá mejorar el aspecto superficial de la pieza, evitando problemas de marcado de la pieza.

Cuando los espesores de la pieza sean grandes, es recomendable realizar el estratificado por partes, para evitar calentamientos en la misma, producto de la reacción exotérmica de la matriz. Cuando esto suceda, la buena adhesión entre las sucesivas secuencias de laminado debe ser garantizada por medio de una superficie lo más lisa posible, (conseguida mediante fieltros), ya que mejorará la adherencia interlaminar entre dichas superficies. Conviene, antes de iniciar la siguiente secuencia de laminación, comprobar que la superficie esté exenta de polvo e imperfecciones.

Por último, la piel de acabado deberá presentar un aspecto uniforme y agradable, objetivo que se consigue disponiendo de fieltros o tejidos de hilos de diámetro pequeño sobre las capas previas de laminado, consiguiéndose así un buen acabado superficial.

Si debido al tamaño de la pieza los tejidos no pueden ser colocados enteros, se procederá a realizar juntas debidamente solapadas. El ancho de solape mínimo recomendable es de 20 mm, existiendo algunas recomendaciones para el sector naval como la del American Bureau of Shipping (ABS) de 50 mm. Deberán guardarse ciertas normas de distancia entre costuras de una misma capa y entre las costuras de capas diferentes.

4 – El ambiente de trabajo

El lugar donde realizaremos la labor de laminado debe cumplir un mínimo de condiciones para obtener unos resultados satisfactorios. El primero será la temperatura del local. Como hemos visto en clases anteriores, la temperatura ambiente incide directamente en el grado de curado de la pieza y en la procesabilidad de la matriz. Por esto, no es

recomendable trabajar a menos de 10 °C, siendo lo ideal entre 17°C y 22°C. Si bien existen aditivos para trabajar a bajas temperaturas, la polimerización de las mezclas no se produce al completo, por lo que es desaconsejable su uso.

La limpieza del sector de trabajo es fundamental ya que cualquier partícula de polvo que esté presente en el ambiente propiciará un laminado de baja calidad, con impurezas en su constitución.

Otro aspecto importante es la humedad relativa ambiente, que no deberá exceder el 75%. La humedad afecta principalmente a los materiales de refuerzo, que al ser utilizados en estratificados disminuirán las propiedades mecánicas de los mismos.

Si estas condiciones no se cumplen, lo mejor será postergar el proceso hasta que se garanticen las condiciones mínimas de trabajo.

5 - Ventajas del sistema

Las principales ventajas que hacen del método de laminado manual el más difundido podrían resumirse en:

- Método de enorme simplicidad, que no conlleva mano de obra calificada.
- No existen límites respecto del tamaño de pieza a producir.
- El coste de los moldes es inferior al de otros métodos de producción.
- Los equipos necesarios son de extrema simplicidad y su coste es relativamente bajo.
- Debido al bajo coste del método es el ideal para producciones cortas, ya que no requiere elevada inversión económica.

6 - Desventajas del sistema

- Dependiendo del tamaño de la pieza, la mano de obra puede resultar ser numerosa.
- La productividad es baja debido a lo artesanal del proceso.
- La calidad del estratificado dependerá de la habilidad y motivación del operario, condicionando el producto final. (Uniformidad del espesor del laminado)
- A igualdad de pieza, menores propiedades mecánicas que las obtenidas por otros métodos.

7 - Los resultados

En condiciones normales de trabajo, los estratificados manuales nos permiten obtener relaciones de refuerzo / matriz aproximados de entre 30/70% hasta un 45/55%.

En cuanto a la industria naval, organismos reguladores y sociedades de clasificación estiman porcentajes idóneos para la construcción de embarcaciones. Así, por ejemplo, el American Bureau of Shipping (ABS) establece una relación de refuerzo / matriz que no debe ser inferior al 30/70. Dichos valores se obtienen de una probeta extraída de la embarcación mediante un ensayo de calcinación.

Para las diferentes estructuras textiles independientemente estudiadas, se estiman las relaciones de vidrio / resina. Así, por ejemplo, para los fieltros dicha relación es de 30/70, y para tejidos las relaciones son del orden de 50/50. Estas cantidades son estimadas, pero pueden obtenerse tasas de resina inferiores para dichos materiales.

Bibliografía

La construction poliéster dans la plaisance, amateur/professionnelle, Loisirs Nautiques nº10, France, 1980.

Poliéster no saturado, Manual de aplicación, Cray Valley, 1998.

Tecnología de los composites, Plásticos reforzados, Michaeli Wegener Capella, Hanser Editorial, Barcelona, 1992.

El libro práctico del poliéster y la fibra de vidrio, R.H.Warring,

Materiales compuestos, Tecnología de los plásticos reforzados, J.L.Gózales Diez, Fondo editorial de Ingeniería naval, Madrid, 1995.

Materiales Compuestos, Tecnologías de producción, INASMET.