

# Madera laminada

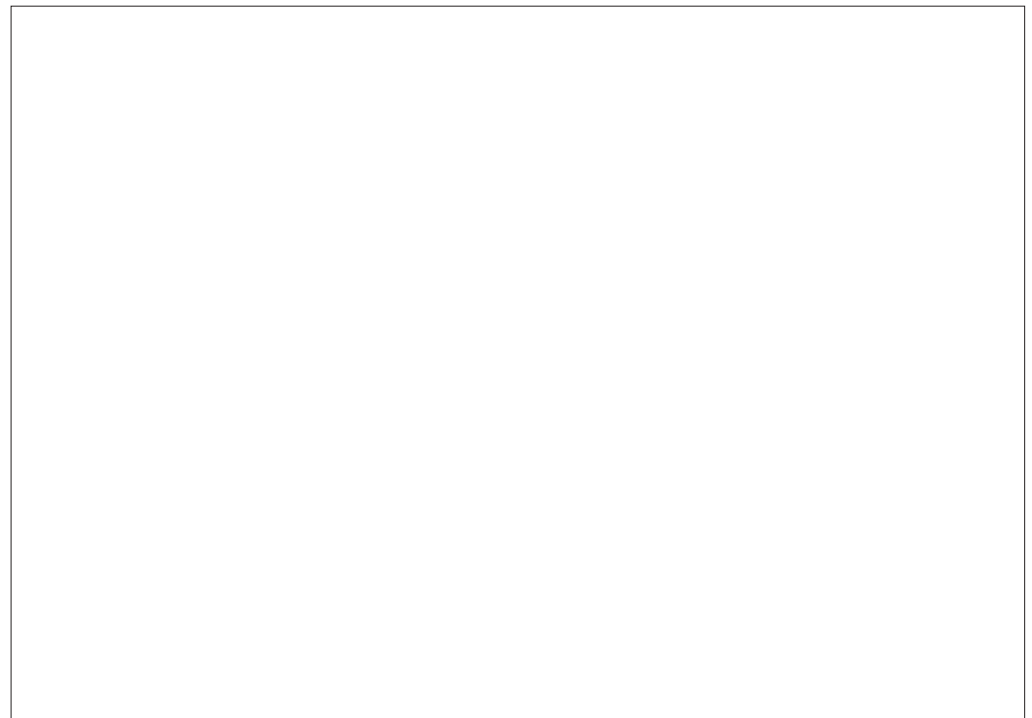
## Encolado de las uniones dentadas

Las mayores ventajas de la madera laminada con relación a la madera maciza son que se pueden obtener piezas de grandes longitudes y que por ser un material homogéneo sus características mecánicas están mejor definidas y acotadas.

En la fabricación de las piezas de madera laminada es esencial los empalmes de los elementos de madera que forman la pieza<sup>1</sup>. Gracias a estas uniones longitudinales se pueden sanear todos los defectos de la madera, principalmente los nudos, que son los puntos débiles en cuanto a la resistencia mecánica. En estas condiciones se pueden alcanzar unas características resistentes muy altas.

La idea de que una mala unión longitudinal se compensa con la propia laminación, es decir con las uniones por las caras y cantos de las piezas contiguas, no es del todo exacto, ya que la pieza de madera laminada va a tener un punto débil en esa unión longitudinal defectuosa.

En estas condiciones el encolado de las piezas de madera que se van a empalmar es muy importante y la elección del adhesivo debe ser cuidadosa, así como el prensado, el tiempo que se mantienen en presión las piezas y el buen mecanizado de los dientes para que no se mon-



### Ensayo de rotura en laboratorio

ten o aparezcan fendas. Se deben seguir las indicaciones del fabricante del adhesivo (tiempos abiertos, proporciones de las mezclas, temperatura ambiente y de las piezas cuando se produce el encolado etc.)

En un ensayo de una pieza empalmada con entalladuras múltiples, ésta debe romper por la madera y no por el empalme. Esta resistencia debe de ser durable durante la vida en uso de la pieza.

El constituyente principal de un adhesivo es el polímero, esto es, la asociación de moléculas cortas que crean ligadura entre ellas para formar conjuntos continuos. Si las moléculas sólo poseen dos posiciones reactivas, las ligaduras llevan a la formación de

largas cadenas lineales, entremezcladas unas con otras. Un ejemplo de este tipo de adhesivo es el acetato de polivinilo en dispersión.

Pero las moléculas pueden tener tres posiciones de ligadura y los polímeros presentan también uniones entre las cadenas y forman una red de ligaduras múltiples tridimensionales, por ejemplo los adhesivos a base de aminoplastos como son los de urea formaldehído.

Los polímeros no reticulados se pueden deformar por el deslizamiento de unas cadenas respecto a las otras bajo la acción de una tensión permanente, no necesariamente asociada a una temperatura elevada; es el caso de la fluencia por deformación plás-

tica. Las ligaduras de los elastómeros, que presentan una reticulación débil, no impiden este deslizamiento, pero favorecen una vuelta parcial al estado inicial cuando cesa la tensión.

Si la reticulación es grande, es decir hay múltiples ligaduras espaciales que hacen solidarios entre sí a los elementos del polímero, se impide cualquier deslizamiento, tanto cuando están sometidas las piezas a tensiones permanentes como al calor.

En este caso el material obtenido es duro y resistente. Por esto es conveniente emplear polímeros altamente reticulados cuando las piezas van a estar sometidas a tensiones permanentes. Los

adhesivos deben ser los derivados del formol con urea, melanina, fenol y resorcinol.m

Los poliuretanos, que son una asociación de poliisocianato y polialcol o agua se pueden utilizar ya que, con co-reactantes adecuados, se llegan a obtener polímeros capaces de reticularse en las tres direcciones, sin embargo es difícil la elección del co-reactante.

La fragilidad a la hienda, es decir, la facilidad para que la rotura se haga por la línea de cola, es una consecuencia de la dureza y de la regularidad del polímero puesto que esta regularidad le da un carácter cristalino.

Es conocido que las colas de urea formaldehído puras, no modificadas, son muy quebradizas y no se utilizan más que en juntas muy finas, por ejemplo para el rechapado, y por tanto no son aconsejables en un empalme durable. Esta fragilidad puede corregirse con la incorporación de cargas con alto contenido en proteínas o alcohol fufurílico. A causa de la copolimerización de las moléculas éstas presentan una gran diferencia de volumen (urea/furfurol por ejemplo), la regularidad del acoplamiento molecular queda perturbado y ésto impide la formación de una red critalina fácilmente hendible. La tenacidad se mejora aunque sea en detrimento de la densidad de reticulación.

Con la melamina que presenta aun más un gran volumen, el efecto antifragilidad obtenido es máximo, de manera que pueden darse hasta seis ligaduras. Sin embargo la pequeña diferencia de volumen entre las moléculas de fenol y resorcinol hacen que la copolimerización no aporte ninguna mejora en este aspecto. Así desde el punto de vista químico la materia prima de base más idónea es el copolímero melamina-urea formol.

En la tabla, se recogen diversas características de los adhesivos. Desde el punto de vista medioambiental, la no-

Tipo de cola	U.F Junta gruesa	U.F. modificado alcohol sulfurílico	M.U.F	R.P.F
Color de la línea de cola	blanco/gris claro	amarillo	beige claro	marrón violacio oscuro
Etiquetado (n.p. no peligroso) resina endurecedor	nocivas n.p	nocivas de n.p a corrosivos	n.p. a nocivas de n.p a corrosivos	nocivas a tóxicas de n.p a nocivos
Tratamiento de las aguas de lavados.	simple	simple	simple	difícil por la presencia de fenol, metanol
Emisión de formol en el aire después de la polimerización ppm/m <sup>2</sup> h	0,15-0,20	0,15-0,20	0,05-0,06	0,03-0,04
Limpieza de las encoladoras	agua caliente	agua caliente	agua caliente	agua fría
Olor	algo a formol	fuerte de furfurol	débil de formol	fuerte de formol acentuado por el metanol
Resistencia al agua	no	no	sí	sí
Cualificación	interior	interior	exterior	exterior
Resistencia al calor seco >50°C	no	no	sí	sí
Abrasivo	++	++	+	+
Penetración en la madera	mediana	bastante fuerte	mediana	fuerte

cividad en su utilización, la facilidad de depurar las aguas de lavado de los utensilios usados, las cantidades de urea formol emitidas al aire y el poco olor, dan una apreciable ventaja a los adhesivos a base de melamina-urea formaldehído (MUF).

La mala resistencia a la intemperie y al calor seco, hacen que los adhesivos de urea modificados, tienda a ceder su espacio a los de MUF, aunque sea a largo plazo.

Los adhesivos a base de resorcina formol, tienen el problema de dar una coloración poco estética a las uniones obtenidas, aunque presentan una muy buena resistencia al agua, que puede ser excesiva en la mayor parte de los casos porque la superficie de contacto con el exterior es muy pequeña.

Cuando se hacen los empalmes por medio de entalladuras múltiples lo que se está haciendo es aumentar la superficie de contacto, es decir la superficie de encolado, con lo cual se disminuye la tensión de cizalladura (fuerza por unidad de superficie) hasta llegar a un valor aceptable para la junta de la cola. En consecuencia estos adhesivos con mejores características permiten las entalladuras con pendientes más elevadas.

Como conclusión cabe indicar que las uniones longitudinales que deben realizarse en la fabricación de piezas de madera laminada encolada no deben de analizarse sólo en función del precio de elaboración o la facilidad de aplicación.

Conociendo que una cadena tiene menos resistencia que

una malla se debe emplear el adhesivo que dé las características que se necesiten.

En la actualidad se deben tener en cuenta las recomendaciones de las normas EN 385 y EN 301 así como organismos de control como CTBA, AITIM etc.

En un futuro, la norma de calificación de los adhesivos para los empalmes de testa debe de cuidar la durabilidad además de las características del empalme. Los adhesivos de melamina-urea formol son los que más se adaptan a las uniones de testa de los componentes que van a encolarse para formar las piezas de madera laminada.

<sup>1</sup>Empalme es la unión de dos maderas por sus testas, por lo general esta unión es dentada por medio de entalladuras múltiples