

Adhesivos estructurales

La CEN ha publicado dos normas que se refieren a los adhesivos que se emplean para encolar madera de usos estructurales, la EN 301 y 302. Hasta el momento solamente se contemplan por estas normas los adhesivos fenólicos, incluyendo los fenol-resorcinol y las aminas. Otras resinas, como las caseínas, epoxy y poliuretanos, aunque también son adecuadas, el Comité no ha procedido todavía a un exhaustivo examen para incluirlas dentro del objeto de la especificación.

El método de prueba se ha basado en la constitución del adhesivo, más que en las características traídas a riesgo, por lo que se excluyen, de momento, los adhesivos basados en otras resinas, aunque puedan tener superiores características. Para completar el catálogo se está iniciando el estudio de este problema.

Clasificación por la EN 301: temperatura y humedad

La norma EN 301 clasifica los adhesivos en dos grupos:

- Clase A para emplear a temperaturas hasta 50°C y humedades relativas del 85% a 20°C, esto es en sitios cálidos, en estructuras ventiladas con buena protección contra la lluvia.
- Clase B adhesivos adecuados para temperatura de alrededor de 50°C con humedad relativa alrededor del 85% a 20°C.

Clasificación por la EN 302: características mecánicas

La norma EN 302 detalla los métodos de ensayo y el criterio

para la delaminación mecánica y otras características después de una serie de ciclos de condiciones de humedad y temperatura.

El programa de ensayos es progresivo, de forma que una muestra que pasa la clase A1 puede ser sometida inmediatamente a la siguiente fase para la clase A2 y así sucesivamente. El punto en el cual se presenta el fallo define la clase del adhesivo.

Las condiciones del ensayo son las siguientes:

- Clase A1: 7 días a 20°C y a 65% de humedad.
- Clase A2: Como la clase A1 más 4 días en agua a 15°C.
- Clase A3: Como la clase A2 más 6 días en agua hirviendo.
- Clase A4: Como la clase A3 más 2 horas en agua a 15°C.
- Clase A5: Como la clase A4 más 7 días secando a 20°C y 65% de humedad.

Estos ensayos actualmente se realizan en madera de haya, en la que se controla el grueso de la línea de cola.

La EN 302 también incluye ensayos de resistencia a la delaminación de una sección de vigas laminadas. En este caso la muestra de madera se satura con agua por inmersión o impregnación con vacío-presión. Después de este acondicionamiento, la muestra se seca mediante una corriente de aire y se examina la delaminación.

Otro ensayo incluye la determinación de la carga de rotura de una junta después del acondicionamiento a 50°C y 100% de humedad relativa, y un ensayo de merma.

La norma norteamericana

Los ensayos americanos que se detallan en la norma ASTM D 3110 clasifican los adhesivos estructurales de acuerdo a sus características en dos clases:

- Adhesivos situados en unas condiciones de humedad en la cual la madera puede alcanzar el 16% de humedad o más y la

temperatura puede alcanzar o exceder los 74°C.

-Adhesivos cuyas condiciones no excederán, en periodos continuos de 6 horas, el 16% de humedad y los 74°C.

Las resinas estructurales

Las resinas que más frecuentemente se emplean en estructuras de madera son las aminas y las fenólicas, con modificaciones como fenol-resorcinol para uso exterior.

Hay grupos que no son recomendables, así se debe evitar una excesiva flexibilidad o facilidad al deslizamiento. Las epoxy, que tienen características muy útiles no se emplean con frecuencia probablemente debido al coste, lo mismo puede decirse hasta ahora de las de poliuretanos.

Resinas amino: ureaformaldehído

Las resinas amino más empleadas en la industria de la madera son las de ureaformaldehído (U/F) que son baratas y dan una línea de cola resistente al agua. Estos adhesivos se forman por la polimerización de urea con formaldehído, variando las proporciones y parando la reacción antes de que se alcance un peso molecular alto. El polvo resultante se mezcla con agua o se usa como un jarabe. Se añade un endurecedor ácido para facilitar la reacción de polimerización. Las de melamina formaldehído (M/F) son resinas que se forman por la reacción de la melamina con formaldehído y también requieren un endurecedor ácido. Producen una línea de cola dura, resistente y clara, pero son más caras que los de U/F; su resistencia a la humedad y a la alta temperatura es mayor también. Las resinas de

melamina-urea formaldehído (MUF) son mezclas de U/F y M/F, dan propiedades superiores a las ordinarias de U/F siendo más baratas que las de M/F.

Otras resinas fenólicas

Además de las de fenol-resorcinol hay dos clases de resinas fenólicas con propiedades diferentes. En la primera la reacción del fenol y el formaldehído se realiza en medio alcalino. La resina fraguada a altas temperaturas, da una línea de cola con gran resistencia al agua, al calor y a contaminantes. El segundo tipo se fabrica por la reacción de los fenoles con el formaldehído en medio ácido. La resina resultante con un endurecedor como el hexametilene tetramina y calor polimeriza para formar una masa muy dura. Como las condiciones de fraguado de las resinas del primer grupo son menos exigentes que las del segundo, su uso se han extendido más en la industria de la madera. Las del segundo grupo tienen una aplicación muy extendida en la impregnación para la fabricación de productos de madera densificada.

Resinas de fenol-resorcinol

Las resinas de fenol-resorcinol son más reactivas que las fenólicas normales y tienen la ventaja de que con la adecuada adición de catalizadores pueden fraguarse a la temperatura ordinaria. Cuando se emplean con paraformaldehído, las resinas de fenol-resorcinol pueden fraguarse hasta con temperaturas de 5°C. Estos adhesivos tienen una inmejorable resistencia al calor y la humedad y son ampliamente usados en aplicaciones estructurales, como vigas laminadas. El color oscuro de su línea de cola es un inconveniente para la extensión de su uso, aunque generalmente esto no tiene importancia en el empleo estructural, incluso el contraste de color con la madera puede ser motivo decorativo.

Las resinas epoxy

Las resinas epoxy no se han extendido en la industria por su coste, su línea de cola es fuerte y

tienen una buena resistencia al calor y la humedad.

Se forman por la reacción de un bifenol-A con epícloridrina, deteniendo la reacción cuando se alcance el peso molecular deseado. La resina resultante puede ser líquida, viscosa o sólida dependiendo del punto en el que se pare la reacción. Para su empleo generalmente se reactiva con una poliamina o una poliámidia.

Las resinas epoxy dan buenos encolados con metales, vidrio, cerámica y muchos plásticos, por lo que frecuentemente se emplean en otras industrias donde se hace necesario unir materiales incompatibles. Se emplean también en la industria de la madera para encolar ésta con metales, vidrio o fibra de vidrio. Se emplean sin solventes por lo que durante su fraguado no se producen volátiles o fluidos y no hay pérdida de volumen en su fraguado. Por su alta cohesión (unión entre las moléculas de su línea de cola) permite líneas de cola con una amplia tolerancia en gueso.

Adhesivos de poliuretano

Se han desarrollado una gran variedad de adhesivos de poliuretano y todavía siguen apareciendo otros nuevos.

Los tipos más adecuados para su empleo estructural son sin solvente y están basados en un polioli líquido reaccionado con un isocianato.

Aunque los poliuretanos son extremadamente caros, muestran una gran resistencia al calor y la humedad y unen bien a metales y otros materiales. Así se han empleado para unir composites en la fabricación de paneles sandwich donde debían encolarse, por ejemplo, hojas de aluminio sobre una base de madera.

Condiciones para el encolado

Aunque por lo general la madera que se emplea es madera de coníferas, también a veces se usa madera de haya y algunas tropicales. Los puntos más importantes que hay que tener en cuenta son:

-El contenido de humedad debe estar entre el 10 y 12%. Una

sequedad excesiva puede acabar con la línea de cola debido a la absorción de la cola, y mayor humedad puede reducir la adhesión.

-Las condiciones del local en que se va a trabajar deben ser cercanas a 20°C y 65% de humedad.

-La superficie de la madera debe ser lisa y libre de nudos.

-La madera debe ser cepillada, teniendo la precaución de que la cuchilla esté afilada. Una cuchilla mal preparada puede comprimir y pulir la superficie de la madera impidiendo la penetración de la cola por los poros. La mejor superficie es probablemente la que no está cepillada pero que está bien lijada. La mejor preparación se hace mediante una regruasadora con cuchilla en espiral que da el grueso, seguido de un lijado.

-Se pueden añadir al adhesivo cargas minerales y cáscara de coco molida o harinas vegetales o de madera para mejorar las propiedades de la línea de cola.

-Se pueden clavar grapas a la estructura. En las partes curvas el grapado debe iniciarse en el centro y hacia afuera. Se emplean frecuentemente prensas de membrana para trabajos con moldes.

-El prensado puede mantenerse al menos 12 horas, o toda la noche. Se puede emplear el calentamiento con radiofrecuencia, con lo que se reduce el tiempo de fraguado, aunque debe tenerse la precaución de no quemar la línea de cola, especialmente para las resinas amino.

Si es posible, deben de acondicionarse las partes que se van a encolar a la temperatura y humedad ambiente durante siete días antes de iniciar el trabajo. Esto permite alcanzar el equilibrio con la humedad del local.