

Nuevas tendencias en los adhesivos empleados en tableros

Para unir dos materiales existen dos tipos de productos: los que unen por fenómenos de superficie y los que unen por reacciones químicas. Entre los primeros se encuentran los adhesivos conocidos desde siempre, como las colas animales, la caseína, la goma arábiga y más recientemente las resinas sintéticas: urea, melamina, fenol-formaldehído, acetatos de polivinilo, epoxis, resorcinol, taninos y algunos más.

Sin embargo están apareciendo unos nuevos agentes de unión que actúan mediante la reacción química con las moléculas de las superficies que pretenden unirse. Son los isocianatos.

Se define la adhesión como la fuerza de atracción entre la superficie que se quiere unir y la línea de cola formada por el adhesivo. Es un fenómeno de superficie y tiene su origen en que las moléculas del material que se pretende unir son distintas a las moléculas del adhesivo que forma la línea de cola. Se define cohesión a la fuerza entre las propias moléculas de la línea de cola y es la causa de que éstas se mantengan unidas.

La adhesión, es decir, la unión entre la madera (en este caso) y la línea de cola es consecuencia de tres mecanismos: de una cierta adhesión mecánica, de la adhesión específica dependiente de la naturaleza de la madera y del adhesivo, y de una adhesión química.

La adhesión mecánica depende de la forma de penetrar la cola por los poros de la madera. Si la cola penetra bien se conseguirá una buena adhesión mecánica. La adhesión específica será función de las fuerzas moleculares que aparezcan entre la cola y la madera, es decir dependerá de la tensión superficial del líquido adhesivo y de su más o menos habilidad para «mojar», la superficie de la madera. En este sentido conviene indicar que para mojar una superficie cuya composición principal es celulosa, el líquido tiene que ser polar, por ejemplo no serviría el polietileno o los aceites minerales porque son no-polares.

La adhesión química depende de la reacción de la cola con el material que va a ser encolado. Así los diisocianatos de metileno reaccionan con los grupos terminales de la lignina y producen una reacción química (en algunos aspectos similar a la de los poliuretanos) y que puede acelerarse cuando hay humedad en la madera.

Los adhesivos convencionales actuarían según los dos primeros mecanismos de adhesión y los nuevos de isocianatos, según el tercero.

Todos los adhesivos empleados hasta ahora en la fabricación de tableros son termoendurecibles, cuando se calientan aumentan su viscosidad y finalmente se solidifican.

Entre ellos hay unas diferencias específicas que dan características distintas a los tableros que se fabrican con ellos.

Las resinas amino se usan profusamente en la fabricación de tableros de partículas, fibras, OSB y el Flakebord. Su color blanco las hace atractivas y no requieren ni altas presiones ni temperaturas.

De ellas, las resinas de urea formaldehído

(U/F) se llevan empleando para madera desde hace 60 años y es frecuente su uso en frío para uniones de piezas, aunque para tableros su empleo es en caliente. Se fabrican por la mezcla en caliente de urea con formaldehído en un medio alcalino, para producir inicialmente metil urea, que es acidificada y posteriormente reaccionada hasta la formación de un prepolímero con enlaces éter capaces de polimerizar hasta formas de polímeros con fuertes enlaces cruzados. La reacción sería así:

a) Urea + formaldehído (en medio alcalino) = metinol urea (no adhesivo).

b) El metinol urea reacciona para formar enlaces éteres = agua + U/F (adhesiva).

En el uso sería:

c) U/F + cloruro amónico (ácido) = polímero tramado rígido.

En la fabricación la reacción se para antes de que finalice la polimerización, es decir al final de la fase b). La solución se neutraliza y se evapora el agua para producir unos finos polvos que posteriormente son mezclados con agua y un ácido reactivo, cuando se quiere emplear.

Anteriormente eran altas las proporciones de formaldehído en la reacción inicial, pero la necesidad de disminuir su contenido en los tableros ha reducido su proporción desde 2:1 a un valor comprendido entre 1,2:1 y 1,6:1. Por debajo de 1,4:1 la resina tiene un tiempo de curado más alto. Si tiene un peso molecular bajo, una vez curada la resina hay una reducción en la resistencia al agua y una fuerza de unión menor. Las colas de U/F son muy susceptibles a la degradación cuando están expuestas al agua. Especialmente a partir de 40- 60° C, la unión se deteriora muy rápidamente.

Las resinas de melamina formaldehído (M/F) llevan en el mercado 40 años, aunque su empleo es menor que las de U/F por su mayor precio.

El método de fabricación es similar al de las resinas de U/F. Se inicia con una reacción entre la melamina y el formaldehído en medio alcalino y se acidifica posteriormente: una metilización produce el polímero final. Como en las de U/F, el prepolímero se neutraliza con la misma sal de amonio.

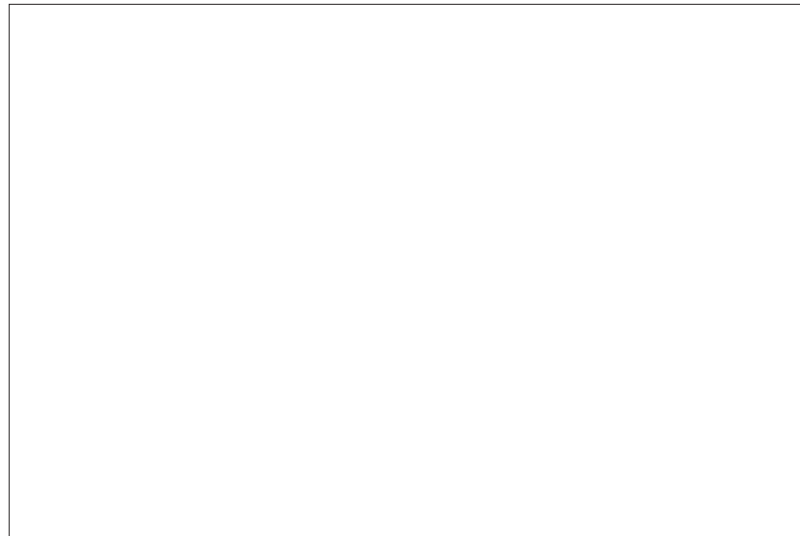
Las resinas de M/F liberan menos formaldehído durante el prensado y en uso. La secuencia de formación sería:

a) Melamina + formaldehído = hexametilol melamina.

b) El hexametilol melamina reacciona para formar enlaces similares a los de las resinas de urea.

Estos adhesivos dan mejor resistencia al agua y al calor que los de U/F, pero su coste es 4 o 5 veces mayor. Se emplean para reforzar a las resinas de U/F, formando las MUF de características intermedias.

Las resinas fenólicas se conocen hace 100 años y se han empleado en tableros desde



hace casi 60 en dos formas: resoles y novolacs.

Los resoles son los más empleados en la industria de la madera. Los novolacs reaccionan con el hexametileno tetramina y se emplean cuando se desea fabricar tableros de partículas especiales.

Se fabrican por reacción del fenol (o más generalmente el cresol) con formaldehído, en condiciones alcalinas. Resulta un adhesivo que fragua a temperaturas más altas que los de aminas, pero con mayor dureza y más resistentes al agua. Se emplean en tableros contrachapados resistentes al agua o en aglomerados y composites de la industria de la construcción. Los novolacs se emplean para recubrir hormigón con el fin de crear una capa externa de gran resistencia a la abrasión que le proteja. Tienen una desventaja y es que la dureza de la cola es causa de un considerable desgaste de las herramientas con que se tiene que trabajar. El empleo en la actualidad de herramientas con puntas de diamante ha mitigado este problema.

Los isocianatos no crean la unión por los mismos mecanismos que los adhesivos convencionales, por lo que no pueden ser clasificados realmente como adhesivos: serían más bien agentes de unión. El diisocianato de melileno (MDI) es el más frecuentemente

empleado y es un líquido marrón oscuro que reacciona con los grupos terminales de los materiales celulósicos como la lignina. Esta reacción química con los grupos OH produce una unión de gran durabilidad y resistencia al calor y el agua.

Sin embargo es esencial que las partículas de madera entren en íntimo contacto con el material.

El MDI se emplea en la fabricación del tablero de partículas y de fibras MDF, especialmente en este último porque la estructura de la fibra es apropiada para el contacto físico íntimo. Proporciona propiedades óptimas al tablero y además está libre de formaldehído. La reacción puede expresarse de la forma siguiente: los grupos OH de la madera + OCN - R - NCO (diisocianato), reaccionan para dar, madera -O -CO - NH - R - NCO y finalmente: madera - O - CO - NH - R - NH - CO - O - madera.

Esta estructura es una cadena y cada terminal OH de la celulosa de la madera forma un enlace molecular que une la celulosa de las fibras fuertemente entre ellas.

Aunque los MDI son más caros que los sistemas de resinas convencionales las cantidades empleadas son muy pequeñas, puesto que se emplea del orden del 5% en peso de partícula seca, unas dos veces menos

84 Adhesivos

en los tableros de partículas y tres veces menos en los de MDF.

Los MDI se humedecen bien y se distribuyen fácilmente sobre las partículas o fibras. La resistencia de la unión mejora las características del tablero así que, en comparación con los convencionales, se pueden obtener las mismas propiedades mecánicas con alrededor del 15% menos de madera.

La alta reactividad del sistema hace que los tiempos de prensa se reduzcan, con un apreciable incremento del rendimiento. Han adoptado el empleo de los MDI las empresas que fabrican tablero a partir de residuos agrícolas. Así en los EE.UU hay un crecimiento estable del empleo de paja de trigo, arroz y similares desechos para la producción de tablero. También se ha empleado en la fabricación de tableros libres de formaldehído pero no se ha extendido demasiado.

Los tableros en los que las partículas o las fibras se recubren completamente con la resina, ésta las sella contra la entrada de

humedad y por tanto serán más estables que los tableros abiertos a la absorción de humedad. También unas resinas son más susceptibles a la humedad que otras, así la de urea formaldehído es más sensible que otros adhesivos, especialmente por encima de los 40° C. Las fenólicas y las de isocianatos tienen mejor resistencia. Sin embargo puede mejorarse la resistencia al agua de los tableros añadiendo ceras a la cola, éstas cubren las partículas y reducen la absorción de agua. Estas ceras también facilitan la operación de prensado.

La resistencia térmica depende de la clase de partícula, pero también afecta a la estabilidad del encolado.

La unión con U/F se deteriora más que las de otras resinas si la temperatura supera los 60 -70° C.

En cuanto a la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad, las MDI dan excelentes resultados. Las resinas fenólicas, debido a su dureza, dan unas buenas características mecánicas al tablero.

Los tableros con contenido alto de

formaldehído libre tienen buena resistencia a los hongos y microorganismos, pero pueden ser rechazados por eso mismo, la solución es añadir biocidas compatibles con las resinas. En el caso de los adhesivos de U/F y M/F no deben neutralizar la acidez necesaria para el fraguado.

Los tableros retardadores de la propagación del fuego, más que resistentes al fuego, generalmente contienen productos similares a los empleados en el tratamiento de la madera maciza para inhibir la propagación de la llama. Estos productos pueden tener algún efecto adverso a la resistencia mecánica de los tableros de madera, al igual que también reducen la resistencia en la madera maciza.

La imposición de restricciones en el empleo de tableros con alta emisión de formaldehído, que se inició en Alemania, se está extendiendo prácticamente a todo el mundo. Para cumplir con la clase E 1 deben emplearse resinas con baja proporción molar de formaldehído o añadir productos a la mezcla que o bien reaccionen o absorban el formaldehído libre. Esta puede ser una de las causas del aumento del empleo de los MDI.