

PINTURAS IGNÍFUGAS FIBRADAS PARA MADERAS DE MEDIA Y BAJA DENSIDAD

Guadalupe Canosa¹, Paula V. Alfieri², Carlos A. Giudice^{1,2}

¹ UTN (Universidad Tecnológica Nacional), Calle 60 y 124, (1900) La Plata, Argentina

² CIDEPINT (Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas, CIC-CONICET),
Calle 52 e/121 y 122, (1900) La Plata, Argentina
E-mail: guadalupecanosa@yahoo.com.ar

INTRODUCCIÓN

Los esfuerzos para disminuir la inflamabilidad de los materiales se remontan a épocas muy antiguas. Sin embargo, el conocimiento de la fisicoquímica de la combustión ha permitido recién en las últimas décadas el desarrollo de productos y medios de defensa eficaces para evitar la no deseada evolución a la que espontáneamente tienden los materiales combustibles. El objetivo fundamental del presente trabajo fue diseñar pinturas intumescentes híbridas que le otorguen a la madera de media y baja densidad un satisfactorio comportamiento frente a la acción del fuego (1-5).

MATERIALES Y MÉTODOS

- **Pigmentos activos y complementarios.** Se seleccionó pentaeritritol como *proveedor de carbono* (16,8%), polifosfato de amonio como *agente catalizador* (44,2%) y melamina como *generador de gases* (15,0%). Los *pigmentos retardantes del fuego* empleados fueron hidróxido de magnesio nanoparticulado (3,7%) y alúmina trihidratada (3,7%). Se empleó dióxido de titanio, variedad rutilo (6,8%) como *pigmento opaco*.

- **Material formador de película.** Se seleccionó *caucho clorado 20 cP* plastificado con parafina clorada 54% (relación 65/35 en peso), una *resina fenólica* (tipo resol con 10,5% de grupos metilol libres, esterificada con pentaeritritol) y una *resina epoxídica* (endurecedor poliamínico).

- **Fibras de refuerzo.** Se define como fibra a cualquier material que tiene una relación mínima de largo/promedio de la dimensión transversal de 10/1; además esta última no debe superar los 250 μm . La incorporación de fibras de refuerzo a una pintura conforma una estructura híbrida. Las composiciones incluyeron fibras de carbono, vidrio, alúmina y aramida, en un nivel porcentual sobre película seca del 3% v/v (6-9).

- **Formulación y manufactura.** La PVC seleccionada fue 62%, valor ligeramente inferior a las CPVC estimadas por el método de Gardner (10); en todos los casos se ajustó la tensión superficial de los vehículos a 38 dina.cm⁻¹. La fabricación se realizó en un molino discontinuo de alta velocidad.

- **Ensayos de laboratorio.** Los paneles de madera fueron pintados con pincel en tres capas (280-300 μm). Se determinó la *conductividad térmica* por la ley de Fourier; el *avance de llama AL* en un túnel inclinado (ASTM D 3806); el *índice de oxígeno OI* (ASTM D 2863) y la *resistencia a la llama intermitente de un mechero Bunsen RIB* (Cámara Horizontal-Vertical UL 94)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para analizar el comportamiento de las pinturas se fijó: 0 y 10 respectivamente para 0,123 y 0,020 W.m⁻¹.K⁻¹ en el ensayo de conductividad térmica; 555 y 0 mm de avance en el túnel inclinado; 16 y \geq 50% obtenidos en el OI y finalmente 15 y 250 para el RIB en la Cabina UL 94.

- **Materiales formadores de película.** El *caucho clorado plastificado* exhibió mejor performance (valor medio 9,5) que las *resinas fenólica* y *epoxi-poliamina*, en ese orden (9,2 y 8,0 respectivamente).

- **Fibras de refuerzo.** Todos los sistemas híbridos presentaron mejor performance que las pinturas de referencia (sin fibras de refuerzo, valor medio 8,2). En general, el comportamiento superior fue

presentado por las pinturas con fibras de alúmina (9,4), carbono (9,2), aramida (8,9) y vidrio (8,8) en su composición, en ese orden.

Los resultados arriba indicados se fundamentan en los valores de los ensayos incluidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de las pinturas aplicadas sobre madera

TIPO DE PINTURA	CT, W . m ⁻¹ . K ⁻¹	AL, mm	OI, %	RIB
Caucho clorado, sin fibras	0,026	98	44	210
Caucho clorado, con fibras de carbono	0,022	72	49	245
Caucho clorado, con fibras de vidrio	0,022	60	> 50	250
Caucho clorado, con fibras de aramida	0,020	83	47	235
Caucho clorado, con fibras de alúmina	0,032	55	> 50	250
Fenólica, sin fibras	0,031	127	41	205
Fenólica, con fibras de carbono	0,030	102	46	230
Fenólica, con fibras de vidrio	0,029	85	48	240
Fenólica, con fibras de aramida	0,027	88	48	235
Fenólica, con fibras de alúmina	0,033	59	> 50	250
Epoxi, sin fibras	0,033	154	38	165
Epoxi, con fibras de carbono	0,028	127	44	220
Epoxi, con fibras de vidrio	0,027	167	34	155
Epoxi, con fibras de aramida	0,026	138	37	190
Epoxi, con fibras de alúmina	0,038	94	45	235
Madera sin tratamiento	0,123	555	16	15

CONCLUSIONES

La observación visual y microscópica de los paneles expuestos a la acción de la llama permite concluir que la resina de la primera capa se degrada y los productos combustibles formados se inflaman. Luego, el calor penetra en la capa de las fibras adyacentes; si éstas son inorgánicas se pueden fundir o ablandar mientras que si son orgánicas se pueden degradar en productos más pequeños, dependiendo en ambos casos de la correspondiente estabilidad térmica. El calor continúa penetrando y llega a otra capa más profunda de la resina, causando su degradación y formando productos que se trasladan a la zona de combustión a través del residuo carbonoso en formación; la cinética del proceso desciende a medida que el calor penetra en las capas más profundas. Si la interfase fibra-matriz es débil y las fibras inorgánicas no actúan como aislantes (a veces lo hacen más bien como conductores del calor), la inflamabilidad del material compuesto puede incrementarse.

AGRADECIMIENTOS

Al CONICET, UTN-FRLP y CICPBA por su apoyo para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Noumowe, A., Siddique R. y Debicki, G. *Construction and Building Materials*, 23, 1855-1861, 2009.
- [2] Tanyildizi, H y Coskun, A. *Construction and Building Materials*, 22, 2269-2275, 2008.
- [3] Bailey, C. y Toh, W. *Fire Safety Journal*, 42, 425-436, 2007.
- [4] Di Blasi, C. y Branca, C. *AIChE Journal*, 47 (10), 2359-2370, 2001.
- [5] Drysdale, D. *Fire Retardant Materials*, 378-397, 2004.
- [6] Li, Bo et al. *Journal of Materials Science Letters*, 19 (4), 343-347, 2000.
- [7] Dutraa, R. et al. *Polymer*, 41 (10), 3841-3849, 2000.
- [8] Perepelkin, K. et al. *Fibre Chemistry*, 35(4), 265-269, 2003.
- [9] Latere Dwanisa, J. et al. *Journal of Materials Science*, 39 (6), 2081-2087, 2004.
- [10] Gardner, H. A., Sward, G. G. *Paint Testing Manual*, ASTM STP 500, Chapter 6.1, 1972.