IGNIFUGACION DE LA MADERA

Por Ramiro V. PUIG

Como dice el coronel Beltramelli, podemos hablar de la «gran lealtad de la madera» en cuanto a su comportamiento al fuego. En su combustión hay «...una notable progresión de efectos directos e indirectos simples que otros muchos materiales le pueden envidiar».

Las obras de madera bien concebidas y con elementos correctamente ensamblados, son extraordinariamente estables al fuego. & los materiales de construcción corrientes, la madera es el peor conductor del calor; por ello se adapta corrientemente en la fabricac'ón de muros cortafuegos e interiores de puertas. La madera conserva sus propiedades mecánicas hasta su destrucción por el fuego; y como además esta destrucción es lenta —0,7 mm. de profundidad por minuto—, se puede calcular fácilmente la pérdida gradual de resistencia.

En la combustión de la madera se distinguen las siguientes fases:

1. Evaporación de la humedad de la madera (a 95° C).
2. Volatil'zación de materias extrañas (95°-150° C o más).
3. Desprendimiento ligero de gases inflamables (150 a 250° C).
4. Carbonización con mavor desprendimiento de gases inflamables, acompañados de formación de brasa e inflamación (205 a 3720 C).
5. Ignifugación rápida de gases inflamables y transformación del carbón en brasa.

Como se ve, la combustión de la madera es, pues, una ox'dación química, sujeta por tanto a las leyes generales de las combinaciones químicas.

Si la elevación de temperatura es rápida, parece ser que la combustión espontánea no puede producirse por debajo de 370-4000 C; aunque la inflamación del gas combustible, pueda tener lugar a temperaturas mucho más bajas (250-270° C).

Como consecuencia de las reacciones exotérmicas y de la combustión viva en la superficie, la temperatura continúa elevándose en toda la masa de la madera, aumentando la proporción de gases oombustibles, especialmente óxido de carbono. A continuación aparecen alqu'tranes e hidrocarburos y los residuos de carbón (o carbón de madera), se hacen incandescentes a partir de los 350° C.

Por tanto, para que la combustión de la madera sea completa, hace falta que la temperatura se eleve progresivamente.

La propagación de la combustión es mucho más rápida en la superficie, a consecuencia de su contacto directo wn el oxígeno' del aire; en el interior el calor se transmite lentamente. Es muy raro que una pieza de madera de bastante secc'ón (poste, viga, etc.) arda totalmente, puesto que la Capa de carbón que se forma la protege contra la penetración del calor y la aisla del oxígeno.

Entre los factores que influyen en la combustibilidad de la madera. tenemos el estado de la superficie y la humedad relativa; ya que la evaporación del agua absorbe una energía considerable y por tanto es un freno para la elevación de la temperatura. La especie de madera influye poco, pero los defectos (fendas, nudos, etc.) afectan mucho la velocidad de propagación del calor.

La madera es un material orgán'co compuesto de hidratos de carbono, por do que no es posible hacerla incombustible. Pero existen procedimientos capaces de atenuar este inconveniente.

En primer lugar, es posible proteger la madera con un material incombustible o aislante del calor (lacas minerales, f'brocemento, etc.) y también con un material absorvente del calor como el yeso, cuya prop'edad se debe a que tien una gran energía de retención del agua. Una capa de 1 cm. de espesor armada con una rejilla metálioa sobre una superficie con puntas clavadas, da buenos resultados, evitando además el contacto directo con las llamas.

Pero por su mayor importancia trataremos sólo de l a métodos puramente químicos.

Hay productos que hacen a los cuerpos orgánicos más estables al calor retrasando el desprendimento de gases combustibles. Es posible mod'ficar el curso de las reacciones en cadena que se producen en el momento de la destrucción pirolítica de la celulosa, de manera que no se produzcan Ya gases inflamables ni alquitrán.

Por otra parte, la combustión total implica también la oxidación del carbono y la destrucción del carbón de madera. Así, entre los productos ignífugos, unos reducen la incandescencia del carbón (fosfatos amoniacales) otros evitan la formación de gases combustibles.

Procedimientos de ignifugación

La ignifugación propiamente dicha se puede realizar de dos maneras:

— por incorporación de sales ignífugos, independientemente. del untado con fuertes espesores de materiales tales como yeso, o de la aplicac'ón de tableros destinadas a proteger la madera del calor o del contacto con la llama.

Al ser la madera un material poroso

es posible introducir en ella soluciones de productos ignífugos. Después de la evaporación del agua sólo quedan las sales, de cuya cantidad depende el efecto protector.

La reacción al fuego no puede ser profundamente modificada más que con importantes dosis de sales (35-80 kilogramos por metro cúbico).

Este tratamiento de la madera maciza, teóricamente, sólo puede realizarse en autoclave, por vacío previo e inyección bajo presión. A pesar de todo, la impregnación no es total, porque el vacío deja una cantidad de aire residual en la madera, que en la operación subsiguiente queda comprimido dentro, impidiendo que penetre al producto. Por otra parte, la impregnabilidad varía mucho w n la especie y dé la albura al duramen. De manera que en cualquier condición de ejecución: aumento del vacío, de la presión, de-vación de la temperatura y la concentración de la solución, no puede conseguirse una impregnación uniforme.

Si se trata de maderas fácilmente impregnables (haya, chopo, etc.) y de piezas delgadas y de escasa sección, se puede alcanzar una absorción suficiente, por inmersión en baño caliente de sales ign-fugas y luego en la solución fría, e incluso directamente ya sea en solución fría o en caliente.

Los productos utilizados son las sales ignífugas, empleadas generalmente en mezcla.

En los productos derivados de la madera pueden aparecer dificultades de impregnación. Por ejemplo las líneas de cola son un obstáculo para la difusión de las sales, y por otra parte, a veces el agua de las sales puede alterar los tableros.

Las chapas par tablero contrachapado, se tratan generalmente antes del secado, por inmersión *en* sales ignífugas, principalmente fosfato mono y diamónico en mezcla.

En la fabricación de los tableros de partículas, el tratamiento1 se efectúa por pulverización de la solución sobre las partículas de madera previamente el secado. Pero hay que comprobar la compatibildad de la cola y del producto ignífugo.

Para los tableros de fibras, la ignifugación es más fácil de realizar, puesto que este material se fabrica en húmedo. Se precipita el ignífugo sobre las fibras de la madera y se insolubiliza para evitar que sea arrastrado por el agua. Algunas veces, se hace el tratamiento sobre el producto final, por filtración de la solución a través de los tableros; pero naturalmente esto exige un secado posterior.

En el segundo procedimiento se trata de aplicar una capa de producto ignífugo. La débil penetración es sólo la justa para que el material agarre. Por ejemplo, se pueden utilizar sales corrientes para la impregnación profunda a mayor concentración; pero debido a la migración de las sales es difícil obtener una acción eficaz y duradera. Por otra parte, la acción de la humedad elimina rápidamente toda acción ignífuga a menos que la madera se barnice después.

Este método es más barato que la impregnación profunda y además permite el tratamiento de las maderas «in situ». Por otra parte, la protección no puede asegurarse; —dejando a parte el normal envejecimiento— más que cuando se protege la madera contra la acción del agua, o de la humedad.

Las pinturas y barnices ignífugos contienen fundamentalmente los mismos compuestos químicos que las soluciones utilizadas para la impregnación, pero con una mayor concentración. La. dosis de pinturas o barnices ignífugos de tipo clásico son del orden de 800-1.000 gramos por metro cuadrado. Pero la aparición de productos intumescentes ha permitido reducir estas dosis.

La diversidad de los productor3 químicos, utilizados en una misma fórmula hace imposible cualquier clasificación. Sólo el fenómeno de la intumescencia permite una distinción que por otra parte no es absoluta.

Las pinturas y barnices no intumescibles son productos clásicos que cantienen un número y proporción de productos activos muy distintos según las especialidades. Algunos están preparados para producir, por fusión, una capa aislante que previene y retarda fundamentalmente la incandescencia; están compuestos a base de boratos, ácido bórico, silicatos y óxido de antimonio. Otros se conciben para combatir la inflamación inicial y retrasar el desarrollo y propagación de las llamas. Estos actúan esencialmente sobre el proceso químico de la combustión y a veces pueden llevar hasta diez compuestos químicos distintos.

Las pinturas y barnices intumescibles, propiedad descubierta por azar en los EE. UU., permite disminuir notablemente el espesor de la capa ignífuga.

Una pintura intumescible contiene una sustancia que se descompone por la acción del calor oon emisión de gases inertes que forman m a espuma cuyo espesor alcanza algunos centímetros. Al producto intumestible propiamente dicho se le añaden resinas sintéticas termoestables, resinas epoxidos y siliconas para que la espuma que se forma se endurezca y resista un tiempo a la carbonización.

Respecto a los productos ignífugos puede decirse en general que las ignífugas contienen con frecuencia una base o un ácido débil (cloruros, sulfatos, fosfatos amoniacales, borax, carbonato de sosa, cloruro de zinc y de aluminio).

Las sales de base y ácido fuerte, como el cloruro, el sulfato y el fosfato de sodio, no tienen ningún efecto.

Los oxidantes, como el nitrato de potasio, los cromatos metálicos y el permanganato potásico, son relativamente eficaces, aunque la mayor parte de ellos no pueden utilizarse porque atacan a la madera en frío.

Ventajas e inconvenientes de la ignifugación

La experiencia de 150 años en estos tratamientos ha puesto de manifiesto que la impregnación profunda favorece la pudrición, si bien puede remediarse fácilmente añadiendo fluoruros.

Prácticamente dos barnices y pinturas ignífugos no resisten la exposición a la intemperie. Pero se puede conseguir un mejor resultado aplicando pinturas al caucho clorado, sobre pinturas ignífugas utilizadas en subcapas.

La impregnación *con* ignífugos hace a la madera muy higroscópica, algo corrosiva frente a los metales, desgasta más los útiles y es más difícil de pintar y barnizar.

La mayor parte de estos inconvenientes no existe cuando la ignifugación se realiza con pintura y barnices. Pero entonces se ve afectada da calidad

de la superficie (facilidad de entretenimiento, posibilidad de lavado).

Los productos ignífugos no poseen toda la gama de colores y la obtención de algunos tonos por medio de mezolas o pigmentos es muy difícil. Ciertos productos cambian de color, principalmente cuando contienen silicatos o cuando no son neutros.

Se ha tratado de mejorar el aspecto de las superficies aplicando una capa de pintura ordinaria, sobre la pintura ignífuga; pero en definitiva, los barnices ignífugos no son satisfactorios desde el punto de vista estético y además el elevado coste de la operación limita el empleo de la madera tratada.

Recomendaciones para el empleo de la madera y sus materiales derivados en la construcción

La madera maciza y la madera laminada encolada de espesores grandes y medios, no son fácilmente inflamables. Se puede utilizar en las construcciones tradicionales para las grandes obras, carpintería, revestimientos de suelo.

Cuando se exige un grado de mistencia al fuego, generalmente se puede satisfacer utilizando espesores y secciones suficentes e incluso con un revestimiento de yeso armado.

Los tableros gruesos (15-18 mm. o más) enlistonados, contrachapados o de partículas tienen sensiblemente la misma reacción al fuego que la madera maciza del mismo espesor.

Los tableros delgados (menos de 15-18 mm.), ya sean de madera maciza, enlistonados, contrachapados, de partículas o de fibras, no se pueden emplear en la construcción sin precauciones particulares, más que en obras aisladas con dimensiones limitadas (puertas, estantes, etc.). Se deberá cuidar que no estén próximos a ningún foco calorífico intenso (estufas, etc.).

En las obras de gran extensión o que forman una superficie continua (tabiques, elementos de fachada, revestimiento~)los tableros delgados deben fijarse de forma wntinua y en wntacto directo wn un soporte al menos «difícilmente inflamable», o bien deben ignifugarse.

Los tableros leñosos aislantes de cualquier espesor, no se pueden utilizar en grandes superficies más que si se aplican y se fijan de manera continua sobre un soporte no: combustible. En caso contrario deben ignifugarse.

Observaciones importantes

Todo elemento de gran tamaño no deberá recibir ninguna pintura ni barniz inflamable susceptible de propagar rápidamente la llama. Hay que abstenerse de emplear productos vinílicos y poliesteres ordinarios.

Se pueden emplear productos gliceroftálicos y polieuretanos; pero se dará preferencia a las pinturas al agua o a las pinturas o barnices de urea-formol o de fenol-formol.

Se prestará un cuidado especial al aislamiento eléctrico y a la protección contra el calentamiento por radiación o conducción.

Ninguna conducción eléctrica, de gas, de calefacción o chimenea puede pasar por detrás de un revestimiento de madera o material derivado.

. . .

Con objeto de poder ampliar conociinientos sobre el presente tema, incluimos una pequeña relación bibliográfica, de la que queremos destacar especialmente «La Preservación de la Madera», de Garratt y Hunt, traducido al español y editado por Salvat Editores, S. A., que en su capítulo XII estudia tratamientos ignífugos y «Le bois et le feu» de l'Association pour le Dévélopement des Emplois du Bois, del cual hemos tomado gran parte de este articulo.

Garratt y Hunt: La Preservación de la Madera. Salvat Editores, S. A.

A.D.E.B.: Le Bois et le feu. Association pour le Développement des Emplois du Bois, 10 Avenue Saint Mandé, Faris 12.

Krahé, Peter: Vorbeugender Feuerschutz in Holzbetrieben.

Hoch - u. Tiefbau 1964, 37, 1042-1047 (11-9-1964).

Rumbert, Eckhard: Znr Frage der Terminologie auf dem Gebiet der feuersicherheitlichen Bewertung von Bauteilen und brennbaren Materialien.

Farbe u. Lack 70, 5, 366-370 (mayo, 1964).

Fackler, J. P.: Essais de résistance au feu (14e série).

Cahiers Centre scient. techn. Bâtiment 1964, 69 (Cahier 583), 1,41 (agosto 1964).

Py, *Maurice*: Das Holz in der Feuerprobe, Französische Erfahrungen und Versuche über das Brandverhalten des Holzes.

Holz-Zvl. 90, 106 1725-1726 (2-9-1964).

Sherwood Peter: Fire retardant paints: two faces for the price of one.

Wood Working Digest 65, 12, 24-25 (Dec. 1963).

Veer G. u. *T.S. MacKnight*: Behaviour of fire-retardant coatings on fir phywood.

Canada. Wood Prod. Industries Aug 1963).

Willians D. E.: Forest fire danger manual. Ottawa: Queen's Printer & Controller Stat. July 1963.

Canada Dept. Forestry, Forest Res. Branch Publi 1027.

Seeber, F.: Die Gefahren der Staubentwicklung in holzverarbeitenden Betrieben.

Parkett 13, 4 76-81.

Fire protection in furniture factories and other woodworking premises.

Techn. Bull. Furn. Industry Res. Assoc. 1, 4, 17-20 (Apr. 1963).

Bornemann, P.: Brandverhalten von Holz und Holzbauteilen. Ergebnisse von Brandversuchen an Türen, Wand und Decken.

Holz Zbl. 90, 21 Beilage 37.

Mc. Knight T. S.: Treatment of wood with fire retardants.

Ottawa: Dept. Forestry 1963. 15 S (Puvblic. n.º 1033).

Reinsch, Hans H.: Die Schutzwirkung feuerhemmender Anstrichstoffe.

Holztechnik 44, 2, 81-82 (Feb. 1964).

Joop, Rudolf: Brandschutz. in: «Bauen mit Fertigteilen aus Holz» Holzwirtschaftl.

Jb. 13. 1964. S. 163-184.

Brandschutz: Forschungs u. Materiel-Prüfungsanstalt für das Bauwesen Otto-Graf-Institut, Stuttgart in der Bundesamt. für Material prüfung, Berlin und im Staatlichen Material-prüfungsamt Nordrheim- Westfalen, Dortmund.

Berlin: W. Ernst & Sohn 1963. 91 S., 105 Abb. 25 Zahlentaf. (Berichte a, d. Bauforschung, Heft 34).

R. V. P.