nuevos materiales aislantes y de seguridad en la construcción

G. RODRIGUEZ

sinopsis

603 - 1

En este artículo, después de resaltar la importancia de la Edificación y de las Obras Públicas, y del gran papel de la industria química en orden a mejorar las propiedades de los productos tradicionales, se analizan las cualidades de nuevos materiales aislantes y de seguridad.

Entre estos materiales destacan:

- El cloruro de polivinilo, usado en carpintería, tuberías para conducción de aguas, etc., por sus propiedades impermeabilizantes, buen aislamiento térmico y acústico y gastos de mantenimiento casi nulos.
- El polietileno, utilizado para derivación de aguas y saneamiento por su ligereza e ininflamabilidad.
- Las poliamidas, utilizadas en cerrajería por sus propiedades mecánicas elevadas y alta resistencia a la corrosión, etc.
- Espumas de poliestireno, empleadas en revestimientos diversos.
- Espumas de poliéster, de propiedades insonorizantes y que combinadas con el plomo se usan contra las vibraciones.
- Los granulados de vidrio celular, de múltiples propiedades.
- El vidrio hojoso con películas de butiral de polivinilo de buenas propiedades contra los choques y para reducir la energía solar.
- El policarbonato, usado en investigación aeroespacial y como material de seguridad.

La importancia de la Edificación y de las Obras Públicas en la economía no se puede negar, aunque sea desconocida su magnitud. Es la primera industria nacional en muchos países, incluso antes que la producción de automóviles. Para convencerse de ello basta observar los alrededores de nuestras ciudades desde la ventanilla de un avión. ¿No es como una inmensa obra? Gran cantidad de grúas de colores vivos, largas procesiones de camiones evacuando escombros, torres de vidrio y acero o villorrios de casas individuales, fábricas en período de construcción.

La industria química no podía permanecer indiferente ante este fenómeno. En todos los países las empresas químicas se han dado cuenta del gran papel que pueden jugar en la Edificación y las Obras Públicas. A esta toma de conciencia contribuyeron tanto las industrias de transformación que deseaban poder responder a las necesidades de los usuarios como el contacto directo con la profesión.

Desde luego, la industria química se ha preocupado de mejorar los productos tradicionales: aumentar la resistencia de los materiales, realizar los trabajos más rápidamente, permitir economías de mano de obra, de materias primas o de energía; y de forma progresiva ha descubierto materiales sintéticos mejor adaptados, más ligeros, menos caros, más duraderos, más decorativos.

Por otra parte, son muchos los ingenieros industriales químicos que viven y cooperan en los diferentes centros técnicos especializados en Edificación, en las comisiones de normalización o en los diferentes grupos de estudios técnicos de los sindicatos de productores.

En relación con los hormigones, la industria química proporciona aditivos destinados a mejorar sus posibilidades: sus propiedades reológicas, su velocidad de fraguado, o para añadirles propiedades nuevas tales como la hidrofugación. Los químicos han estudiado también los políme-

Sección de un hormigón de resina sintética con aditivo de vidrio celular con alvéolos vistos.

Sección de un hormigón bituminoso con aditivo de vidrio celular.

ros en dispersión para mejorar la adherencia de los morteros, cementos-colas o revestimientos.

Los hormigones con conglomerantes sintéticos conseguidos permiten a los constructores obtener revestimientos de suelos con un comportamiento mecánico mejorado o excepcional, una mejor resistencia a las corrosiones o abrasiones, ayudando a una colocación muy rápida de los suelos industriales. Los hormigones armados de fibras están en estudio, habiendo sido, por otra parte, ya realizados con granulados de vidrio celular.

En lo que se refiere al yeso, se están obteniendo cualidades nuevas tales como la hidrofugación, mejora de la dureza superficial, o de la adherencia. Los aditivos permiten lanzar el yeso. Las grandes obras urbanas necesitan a menudo obras de cimentación en terrenos de aluviones, generalmente inestables. La industria química dispone de un arsenal de productos sintéticos de consolidación: resinas, endurecedores, fieltros, capas o películas estancas, rejillas textiles preimpresas, etc.

En el campo de las economías de energía, la industria suministra resinas que permiten en los talleres de transformación fabricar toda una gama de aislantes de excelentes propiedades: espumas flexibles o rígidas en paneles o dispuestas para poderlas inyectar.

Lo nocivo de la vida urbana lleva al ciudadano a proteger su tranquilidad y su equilibrio psicológico. La industria química suministra las materias primas para la fabricación de revestimien-

tos de suelos o de muros que absorben los ruidos de impactos o los reflejos sonoros. Muchas de estas materias tienen la marca «no-fuego», así como propiedades antiestáticas.

Las juntas de materiales plásticos, ya sean prefabricadas o inyectadas con la bomba in situ, contribuyen al aislamiento acústico y a una protección duradera contra la intemperie de las construcciones.

Los materiales plásticos proporcionan a la obra gruesa, en construcción, ligereza e industrialización de los componentes, así, por ejemplo, los paneles «sandwichs» de fachadas en poliéster armado de fibras de vidrio aligeran los muros en «Isobeton». El radio de acción de una unidad de prefabricación llega a ser, así, nacional e incluso europeo. La limitación de peso para los camiones se convierte, de esta manera, en una limitación en volumen.

Gracias a la ligereza de los elementos prefabricados, el acabado de superficies en una única operación industrial, la aptitud para la realización con ritmos elevados, los materiales plásticos, favorecen la evolución hacia la industrialización. Aunque los productos sintéticos sean relativamente más caros que los materiales tradicionales, su facilidad de colocación y la economía de mano de obra son tales que el precio de los elementos prefabricados e instalados llegan a ser competitivos con las soluciones tradicionales, presentando, por otra parte, ventajas de mantenimiento y conservación.

Los paneles de fachadas o tabiques, además de móviles, tienen una impermeabilidad, un com-

portamiento muy satisfactorio a la intemperie, y un aislamiento térmico bien adaptado a las exigencias de las nuevas reglamentaciones publicadas en muchos países de Europa Occidental.

En cuanto a los trabajos de Edificación, llamados de segunda mano, han aparecido recientemente un gran número de soluciones nuevas: carpintería y marquería, tuberías, cerrajería.

Debido a la subida exorbitante de las maderas exóticas, las ventanas de policloruro de vinilo rígido son cada vez más vendidas en el mercado, aunque muchos arquitectos prefieren la carpintería metálica y, de modo particular, el aluminio.

Las tuberías de PVC y polietileno han ocupado un puesto importante primero en Alemania y después en Francia, en la derivación de aguas, saneamiento, drenaje, conducciones de agua fría e, incluso, recientemente, de agua caliente. Su ligereza, facilidad de empleo, inflamabilidad, hacen de ellas materiales modernos muy buscados. La corrosión, los depósitos de incrustaciones, las fugas, las inundaciones, no han quedado más que como malos recuerdos. Es muy completa la gama existente de tubos, empalmes, canalizaciones, sifones, etc.

En cerrajería para edificios, la del tipo poliamida es bastante buscada por sus propiedades mecánicas muy elevadas, el funcionamiento silencioso que aporta, su carácter autolubrificante, y su alta resistencia a la corrosión, así como por sus gastos de mantenimiento casi nulos en beneficio de los usuarios de bisagras, puños y fallas, puertas y ventanas correderas, y mecanismos móviles en postigos, etc.

* * *

Es particularmente interesante la utilización de los plásticos en la carpintería de edificios.

La carpintería en PVC rígido consta de un cierto número de perfiles que permiten obtener ventanas con las dimensiones deseadas y del tipo buscado:

- marco a la francesa de 1 ó 2 hojas;
- marco fijo;
- marco basculante;
- marco oscilo-batiente;
- marco en fuelle,
- y en período de lanzamiento, marco de corredera deslizante.

Una ventana de PVC rígido tiene aproximadamente 20 kg de PVC por término medio, de los cuales el 80 % son perfiles pesados de 1 a 2 kg/m.l., y el 20 % son perfiles accesorios de 0,2 a 0,7 kg/m.l.

Teniendo en cuenta que el ritmo de construcción en Europa Occidental es tal que se fabrican cada año de 26 a 30 millones de ventanas, repartándose aproximadamente como se indica a continuación, nos da una idea de la importancia de la construcción de esos países:

- Alemania, 8 millones por año;
- Francia, 6,5 millones por año;
- Bélgica, 1 millón por año;
- Austria, 0,7 millones por año;
- Italia, 6 millones por año;
- Inglaterra, 6 millones por año.

En Alemania Federal, de los 8 millones de ventanas la cuarta parte era de PVC, según las estadísticas de 1975. En 1977 esa cifra ha pasado al 30 %, y para 1980 se prevé que alcanzará el 38 % de PVC, contra 34 % solamente para la car-

Perfil de ventana de material plástico (cloruro de polivinilo) DIMAT-SOLVAY. Los tabiques interiores forman una doble barrera térmica.

pintería de madera de las ventanas. Austria sigue muy de cerca el ejemplo de la R.F.A.

He aquí algunas cifras relativas a esta carpintería en PVC, en los países de Europa:

- Bélgica, 10 al 12 %;
- Holanda, 10 al 12 %;
- Suiza, 10 al 12 %;
- Italia, 4 al 6 %;
- Yugoslavia, 3 %;
- Francia, 1 %;
- Inglaterra, < 1 %.

Desgraciadamente, en la actualidad, no tenemos las cifras correspondientes a España.

Debemos retener algunos datos esenciales:

- Las ventanas de PVC son perfectamente estancas y es un material muy mal conductor del calor.
- Las carpinterías en PVC permiten toda clase de cristaleras, tanto las aisladas térmica como las acústicamente.

- Los gastos de mantenimiento son nulos.
- La durabilidad está probada.
- Los precios han llegado a ser muy competitivos, aunque a primera vista sobrepasen en un 35 ó 40 % a los de la carpintería de madera (cristalera, colocación y pintura excluidos).

Si se hacen entrar en el cálculo las anteriores operaciones complementarias, el precio sólo es superior en un 10 % al de la madera.

Por otra parte, si se tiene en cuenta los primeros gastos de conservación periódica que necesita toda carpintería de madera (por ejemplo, una capa de pintura al cabo de 5 años), el plástico es menos costoso que la madera, e igualmente menos caro que el aluminio (alrededor del 30 %), sin rotura térmica.

Pero como vamos a exponer después, los huecos con carpinterías metálicas pueden tener sus ventajas, y eso debe tenerlo en cuenta el arquitecto al hacer su elección y al efectuar el balance de su operación.

* * *

Ventana de madera tradicional.

Ventana tradicional de madera reemplazada por una ventana a la francesa de aluminio. En esta solución el cerco de la antigua ventana sirve para la nueva y los trabajos se limitan al mínimo sin dar lugar a ningún destrozo.

Es sabido que la ventana de un apartamento es el más simple captador de energía solar.

En efecto, al lado de su papel tradicional, que permite la penetración de la luz y, eventualmente, el aire en los locales, asegurando la visibilidad desde y hacia el exterior, la ventana deja entrar los rayos solares en el interior de las habitaciones.

Según la estación, los rayos solares penetran más o menos profundamente en la casa: en invierno llegan más lejos, hacia el interior, pues el sol está más bajo sobre el horizonte. Esto es interesante, sobre todo en orientación S., donde, durante los meses más fríos, el sol puede hacer subir la temperatura a 10° C (un poco menos en el E. o en el O.) durante muchas horas, en las cuales el sistema de regulación de la calefacción reduce, en consecuencia, la producción del calor del generador.

Es evidente que esa aportación gratuita de calorías es función de la orientación de las ventanas, de sus dimensiones y de la proporción de la superficie acristalada respecto a la superficie de los huecos, pero cuanto más elevada es esta proporción mayor será esa aportación. Ahora bien, se sabe que con las ventanas de aluminio se consiguen superficies acristaladas proporcionalmente mayores. Las normas fijan esta proporción en un 70 % para las ventanas de madera y en un 80 % para las ventanas metálicas.

Es de notar que ese porcentaje aumenta sensiblemente con el crecimiento de la superficie de los huecos y más rápidamente con las ventanas de aluminio, cuya sección de montantes y travesaños no varía sensiblemente con el aumento de luces.

Los cristales son uno de los elementos determinantes de las cualidades térmicas de una ventana.

Los cristales aislantes han permitido reducir considerablemente las pérdidas térmicas de una ventana, dando además una sensación de confort muy sensible, por supresión del efecto de la pared fría inherente a los cristales simples.

La eficacia de esos cristales es función del vacío de aire que separa los dos cristales que la constituyen, y que varía en general entre 6 y 12 mm.

Lo que se le puede reprochar a las cristaleras aislantes es que, en general, son dos veces más pesadas que las cristaleras simples y mucho

más gruesas, lo que hace necesario el uso, para la construcción de los marcos, de materiales cuya sección sea susceptible de recibir esas cristaleras y soportar el peso.

Es, por otra parte, indispensable que ese material no trabaje, ya que a poco que se deforme aumentaría considerablemente la permeabilidad al aire.

Con objeto de mejorar el aislamiento de las carpinterías ya existentes en las construcciones modernas y antiguas, se puede usar una cristalería doble constituida por marcos realizados con perfiles PVC rígidos, acristalados, unidos por escuadras y que pueden ser puestos en las hojas de las carpinterías existentes.

Además del aislamiento térmico eficaz, se nota un debilitamiento acústico de unos 30 decibelios, para un ruido de tráfico, que corresponde de una manera global a una percepción de los ruidos de la calle, reducidos a la mitad.

Ejemplo de disposición de aislante térmico (espuma de poliestireno extruido Roofmate) sobre una terraza nueva, colocado independientemente del revestimiento de estanqueidad.

Colocación de Roofmate encima de un tejado nuevo. Panel aislante de poliestireno expandido.

Los paneles rígidos de aislamiento de espuma de poliestireno extruido al espesor deseado, y caracterizados por una estructura celular totalmente cerrada, han sido recientemente comercializados bajo el nombre de «Roofmate», por la firma Dow Chemical.

Las dimensiones de estos paneles son $1,25 \times 0,60$ m.

Ese material, especialmente destinado al aislamiento térmico de terrazas, puede ser en lo sucesivo utilizado en el sistema de «cubierta invertida», tanto en cubiertas nuevas como en la mejora de las cubiertas ya existentes, en los revestimientos de impermeabilización tradicionales y, en algunos casos, en revestimientos no tradicionales.

Las características mecánicas y aislantes del material pueden ser consideradas estables durante un tiempo superior a 10 años.

En lo que concierne a la durabilidad del revestimiento de impermeabilización subyacente, la disposición del aislante encima de la impermeabilización no puede ser más que beneficiosa a aquélla, debido a la protección térmica y mecánica que le proporciona.

En cubierta invertida, la utilización de esos paneles de poliestireno es habitual en Alemania, Austria y Países Bajos. En Francia no ha hecho más que comenzar. Se fabrican, sin embargo, en Alsacia, en la factoría de Drusenheim, que opera incluso en América del Norte.

El sistema de cubierta invertida es una técnica nueva que permite aislar las cubiertas una vez hecha la impermeabilización.

Hasta ahora las técnicas de aislamiento consistían en poner primero el aislante y seguidamente la impermeabilización por encima. Además de los choques térmicos que sufre así la impermeabilización, presenta también el inconveniente de que puede ser agujereado durante las actuaciones sobre las cubiertas (reparación de chimeneas—deshollinamiento—colocación de antena). Para la cubierta invertida, se hace al contrario. La impermeabilización se pone directamente sobre la losa de hormigón, y el aislante se coloca encima. Así, la impermeabilización se encuentra al abrigo de las variaciones de temperatura, aislada como un soporte por el poliestireno.

El obrero empieza haciendo la impermeabilización directamente sobre la losa de hormigón,

o sea, sobre un soporte duro y tradicional. Coloca en seguida los paneles aislantes sobre la impermeabilización y los lastra con grava. El procedimiento es simple y económico: supresión de la pantalla guarda-vapor, aislamiento del agua rápido y colocación cómoda del aislante. La impermeabilización queda accesible y definitivamente protegida.

Esta técnica de la cubierta invertida es igualmente ideal para mejorar el aislamiento de las cubiertas existentes, puesto que permite realizar una nueva impermeabilización, únicamente para proteger el aislante, de una eficacia notable.

Su coeficiente de conductividad térmica útil es de 0,025 kcal/m · h · °C o de 0,029 w/m · °C.

Su débil absorción de agua (inferior al 0,2 % en volumen) y su gran resistencia a la humedad (≈ 250) aseguran a ese material la permanencia de su poder aislante durante largo tiempo.

El poliestireno asociado en placas de yeso formando una combinación que está sometida a un laminado durante la fabricación para asegurar una excelente unión entre los dos elementos, encuentra otra aplicación en el revestimiento interior de los muros de ladrillo para fachadas, como ocurrió para centenares de habitaciones en Leyden-Sud (Holanda).

Ese caso es muy representativo de lo que se puede hacer en el campo del habitat antiguo.

La idea y fabricación de estos últimos paneles es también de la Dow Chemical, pero bajo el nombre de «Styrofoam».

Se componen de poliestireno de 30 mm de espesor, pegado sobre una placa de yeso encartonado de 9,5 mm. Las casas de Leyden tienen muros de ladrillo macizo (sin huecos). Los usuarios se quejaban de pérdidas de calor y de formaciones de condensación sobre la cara interior de los muros de fachada. Para resolver esos problemas era necesario colocar un material de aislamiento térmico impermeable a la humedad sobre la cara interna de los muros. El poliestireno extruido fue escogido para su estructura con el 100 % de células cerradas, que confieren a la espuma una buena resistencia a la humedad, así como una resistencia térmica constante y elevada.

La espuma plástica pegada sobre placa de yeso forma una capa continua que impide a cualquier humedad infiltrarse por los muros.

La capa de poliestireno está fijada sobre la placa de yeso por un adhesivo resistente al agua.

Para las empresas interesadas, he aquí algunos detalles relativos a la operación.

Los muros han sido tratados de la manera siguiente: Primero, su revestimiento normal, los papeles pintados y otras decoraciones han sido levantados; los agujeros, cuidadosamente raspados y tapados; los marcos originarios, quitados y reemplazados por marcos nuevos.

Un adhesivo a base de cemento, aplicado por bandas, ha sido utilizado para fijar los paneles de revestimiento sobre el muro. Esos paneles tienen una anchura de 1,20 m, y una altura de 2,5, 2,75 ó 3 m.

Se puede fácilmente recortarlo a cuchillo in situ con objeto de obtener una dimensión adecuada.

La superficie lisa de las paredes permite que no sea necesaria ninguna capa de yeso; los muros pueden recibir en seguida los papeles pintados. Además del tratamiento dado a los muros, se han instalado nuevos marcos y ventanas, nuevos lavabos y duchas, y las instalaciones de las cocinas se han mejorado.

* * *

En construcción, el uso de los plásticos no se debe limitar a lo que acabamos de describir.

Para resolver los problemas de insonorización, sobre todo en el plano industrial (reducción de molestias en el caso de un taller situado en una aglomeración urbana), Nobel ha elaborado muchos elementos y compuestos a base de, por ejemplo:

- 1.º Espuma celular de poliéster flexible, que presenta excelentes propiedades de absorción acústica, tratada para retardar, por hinchamiento (intumescencia), la propagación de la llama en caso de incendio.
- 2.º En combinación sandwich con la baritina pesada triturada, o con el plomo. En este último caso, la masa que tiene que reducir las vibraciones alcanza un peso de cerca de 11 kg/m², o lo sobrepasa.

Estos complejos están realizados en placas, o en piezas previamente recortadas, para su colocación en un espacio claramente señalado.

Granulados de vidrio celular pueden ser agregados como carga a la espuma rígida de poliuretano rígido, a las espumas fenólicas o de poliéster para la realización de compuestos ligeros con buenas resistencias mecánicas, buen aislamiento acústico y buen comportamiento al fuego.

Se pueden poner en obra granulados calibrados 3/8, 8/16 y 16/25 mm, a razón de cierto volumen de granos por volumen de mezcla que se va a realizar.

Según el tipo de espuma utilizado, la colocación se puede hacer por inyección, vertido o aspersión; y la incorporación de esos granulados de vidrio en las espumas plásticas permite, con una densidad equivalente de conglomerante, triplicar o cuadruplicar la resistencia a compresión.

Las espumas plásticas así cargadas mejoran su resistencia al fuego en al menos 50 %.

Los granulados de vidrio celular, fundidos al contacto con el fuego, forman una capa vítrea que disminuye bastante la progresión de la llama (temperatura de reblandecimiento hacia los 600° C).

Según el tipo de espuma plástica utilizada, los granulados de vidrio incorporados en su masa se traducen por una elevación del índice de debilitamiento acústico «ponderado» del orden del 25 ó 40 %.

Combinados con resinas termoendurecidas tipo poliéster, epóxido o fenólico, los granulados de vidrio celular ofrecen la oportunidad de preparar compuestos ligeros, muy aislantes, que se presentan bajo una estructura hueca o maciza, verdaderos hormigones ligeros de resina, que tienen muy poca retracción.

Densidad de esos vidrios celulares granulados:

Arena:

0/3 mm	d = 0,5	densidad 300 kg/m ³
--------	---------	--------------------------------

Granos:

3/8 mm	d = 0,26	densidad 160 kg/m ³
8/16 mm	d = 0,23	densidad 140 kg/m ³
16/25 mm	d = 0,22	densidad 130 kg/m ³

Estos granulados de vidrio celular permiten, sin ninguna otra ayuda, el aislamiento térmico de los muros huecos y de las cubiertas o desvanes.

Este aislamiento térmico de las cubiertas se realiza fácilmente por simple vertido entre las vigas e igualación de la capa de granos. Esta técnica puede ser aplicada en las nuevas construcciones o en la renovación, tanto para las cubiertas perdidas o accesibles como para las cubiertas planas ventiladas.

Recordemos las propiedades específicas del vidrio celular: forma esférica, imputrescibilidad y estabilidad dimensional absolutas, gran resistencia al aplastamiento e incombustibilidad.

Es evidente que los hormigones de cemento pueden ser preparados con agregados de vidrio celular, según el método clásico usado en todas las obras y con las mismas hormigoneras.

Se obtienen hormigones ligeros cuya masa volumétrica varía, de acuerdo con las composiciones, entre 650 y 1.200 kg/m³.

Se obtienen incluso hormigones celulares, siempre que la pasta de cemento sea utilizada en cantidad reducida, justo para asegurar el recubrimiento y pegado de los granulados de vidrio. Estos hormigones proporcionan un gran aislamiento térmico, y con buenas características acústicas. Se puede evitar con ellos la colocación de un doble revestimiento clásico como aislante específico, con lo que resulta una importante economía para las empresas.

* * *

Además del campo de las aplicaciones del vidrio como aislante o como barrera de seguridad contra el robo, haremos alusión a la protección contra el sol en los inmuebles modernos, con grandes superficies acristaladas.

Muchas soluciones han sido propuestas por los arquitectos preocupados por ese problema; pero la mayor parte de ellos se refieren a elementos estructurales complementarios, que traen consigo un aumento notable del precio de coste de la construcción del edificio.

Lo único necesario es procurar sombra, impedir la entrada de visibilidad hacia el interior.

Para reducir la energía solar es preciso eliminar los rayos infrarrojos que representa la energía calorífica, y detener los rayos ultravioletas, factor que contribuye a la decoloración de las instalaciones interiores; simultáneamente reducir la luz a un nivel soportable para los ojos.

Se puede conseguir ese resultado con el vidrio hojoso fabricado de manera que transmita selectivamente algunas fracciones del espectro solar, gracias a las películas intercaladas de butiral de

polivinilo convenientemente pigmentadas con negro de carbono. Se obtiene un color pardo ahumado, muy estable a la luz después de muchos años de exposición solar.

Esta película coloreada de butiral de polivinilo es colocada en sandwich entre dos vidrios.

En caso de choque violento, el vidrio hojoso se agrieta en forma de estrella, pero la película le sirve de armadura, quedando el vidrio pegado a su hoja.

Las hojas de vidrio colocadas durante la fabricación a ambos lados de la película pueden ser más o menos espesas, por ejemplo cristal de 3, 4, 5 ó 6 mm.

Pueden ser insertadas dos películas entre tres cristales, con lo que el conjunto puede servir de barandilla de un balcón o de peldaño de escalera.

Desde el punto de vista resistente, existe un ensayo que da una buena precisión: una bola de acero de 500 g, cayendo desde una altura de 0,75 m, no atraviesa un conjunto simple formado por dos cristales que encierran a una película de butiral de polivinilo.

Como estos cristales constituyen una protección real contra el vandalismo, son muy utilizados por los comerciantes en sus vitrinas.

Una piedra arrojada contra estas cristaleras provocará su rajamiento, pero quedará en su sitio, con lo que el robo en la tienda es imposible.

Esta misma cristalera que filtra los rayos solares evitará, a los objetos expuestos, ajarse rápidamente bajo el efecto de dichos rayos.

El espesor total de una cristalera compuesta por muchos cristales, separados por películas intercaladas, puede alcanzar los 40 mm, lo que le permite resistir el impacto de una bala de plomo de calibre 7,62 mm disparada desde 10 m por una carabina US MI.

Mencionaremos también que el vidrio hojoso presenta la ventaja de amortiguar las vibraciones recibidas por la hoja de vidrio directamente en contacto con el exterior, y oponer una eficaz resistencia a la transmisión de dichas vibraciones a la hoja de vidrio siguiente.

Se obtiene también un aislamiento acústico a condición de que la película intercalada tenga un espesor suficiente, por ejemplo 1,52 mm, de donde se deduce que una aplicación típica está en la realización de los tabiques de los aeropuertos, frente al ruido intenso de los reactores de los aviones.

Para responder a las normas de seguridad más severas, la General Electric Plastics Europ, cuya fábrica principal está situada en Berg-op-Zoom (Holanda), prepara un óxido de polifenileno modificado y un policarbonato (Lexan). Las placas de este último producto presentan una resistencia a los choques al menos igual a 250 veces la del vidrio, y 30 veces superior a la del acrílico, una perfecta transparencia, una gran resistencia a la inflamación, autoextinguible, y con humos no tóxicos. A propósito de eso, no se señalará jamás bastante el peligro de algunas materias plásticas utilizadas como motivos de decoración, o en cielorraso, que se inflaman, funden, se derriten en gotitas, desprendiendo ácido clorhídrico, cloro o gas cianuro, asfixiando a los ocupantes del local incendiado, antes de incinerarlos parcialmente.

Las buenas cualidades del policarbonato Lexan han hecho que se le use en investigación espa-

Luna múltiple antibalas con armadura reforzada de butiral de polivinilo.

Espesor de las placas múltiples = 30 mm; impacto producido por un arma automática super 38; velocidad del proyectil = 420 m/s. (visto desde atrás).

Espesor de las placas múltiples = 40 mm; impacto producido por un arma Magnum 357; velocidad del proyectil = 475 m/s. (visto desde atrás).

Espesor total de las placas múltiples = 45 mm; impactos de balas disparadas por un arma super potente Magnum 44; velocidad de la bala = 482 m/s. (visto desde atrás).

cial (cascos de astronautas) y para la seguridad (cascos y viseras, gafas de protección), en los automóviles (faros traseros y faros de señalización prácticamente irrompibles), para alumbrado público (farolas resistentes a las devastaciones) y en el edificio (barandillas, cristaleras para bancos, cajas de ahorro, escuelas, etc.). El material de base es una laminilla policarbonatada resistente a prueba de balas, cuyo empleo es preconizado para los vehículos o las cabinas de seguridad de los establecimientos expuestos a ataques a mano armada, cristaleras de edificios, cristaleras de seguridad para aviones, etc.

Las nuevas placas de policarbonato son del tipo antibalas, impenetrables para los proyectiles de todas las armas cortas, comprendiendo entre éstas las famosas Magnum 44.

Resisten a la rotura, y se hallan clasificadas como antifractura, variando su espesor entre 4 y 13 mm.

De todas formas están sujetas, cara a la exposición solar, a una dilatación térmica más elevada que la de los materiales con los que son usadas habitualmente en construcción.

De ahí la necesidad, para cualquier sistema de fijación, de considerar un juego de dilatación suficiente con objeto de evitar todo daño.

La placa de policarbonato, que es más ligera que el vidrio y el aluminio, entre 43 y 50 %, se emplea en la construcción aeronáutica, en particular para el Boeing 747, Airbus y Concorde.

Por último, la placa policarbonatada puede utilizarse como vidriera arquitectónica.

Para terminar esta exposición es útil señalar que algunas cristaleras de protección pueden ser equipadas de una red de alarma. Están constituidas por hilos de cobre prácticamente invisibles, debido a su delgadez, que es de unos 70 micrones de diámetro. Esos hilos están incorporados después del primer elemento de cristal del lado de la calle. Esta posición proporciona un circuito inalterable.

En uso normal, la cristalera se encuentra siempre bajo tensión (180 ohms por m²) y enlazada a un aparato de alarma sonoro u óptico.

El reparto de los hilos de cobre es tal que es imposible atacar más de 7 cm de cristalera, en no importa qué punto de la vitrina, sin provocar la rotura del hilo y, consiguientemente, el funcionamiento inmediato del aparato de alarma.

résumé

Nouveaux matériaux isolants et de sécurité dans le bâtiment

G. Rodríguez

Dans cet article, après avoir mis en relief l'importance du bâtiment et des travaux publics, et le grand rôle de l'industrie chimique pour améliorer les propriétés des produits traditionnels, on analyse les qualités de nouveaux matériaux isolants et de sécurité.

Parmi ces matériaux sont à signaler:

- le chlorure de polyvinyle, utilisé en menuiserie, conduites, etc., pour ses propriétés imperméabilisantes, bon isolement thermique et acoustique et frais d'entretien presque nuls;
- le polyéthylène, utilisé pour la dérivation des eaux et l'assainissement pour sa légèreté et son ininflammabilité;
- les polyamides, utilisées en serrurerie pour leurs propriétés mécaniques élevées et leur résistance à la corrosion, etc.;
- les mousses de polystyrène, utilisées pour divers revêtements;
- les mousses de polyester, de propriétés insonorisantes, qui, combinées avec le plomb, sont utilisées contre les vibrations;
- les granulés de verre cellulaire, ayant de nombreuses propriétés;
- le verre feuillu avec des pellicules de butyral de polyvinyle de bonnes propriétés contre les chocs et pour réduire l'énergie solaire;
- le polycarbonate, utilisé pour les travaux de recherche aérospatiale et comme matériau de sécurité.

summary

New insulation and construction safety materials

G. Rodríguez

After highlighting the importance of Construction and Public Works and the important role the chemical industry plays in improving the characteristics of traditional products, this article analyzes the qualities of new insulation and safety materials.

Amongst these materials, the following deserve special mention:

- Polyvinyl chloride, used in carpentry, water pipes, etc., because of its water-proof properties, good heat and acoustic insulation and practically non-existent maintenance expenses;
- Polyethylene, used for water by-passes and sewers, because of its lightness and non-inflammability;
- Polyamides, used in locksmithing, because of its considerable mechanical properties and high rust resistance, etc.;
- Polystyrene foam, used in different types of linings;
- Polyester foam, used for sound-proofing and combined with lead it is used against vibrations;
- Cellular glass pellets, with many properties;
- Layered glass, with polyvinyl butyral layers: good shock resistance properties and also used for reducing solar energy transmission;
- Polycarbonate, used in airspace investigations and as a safety material.

zusammenfassung

Neue Isolier- und Sicherheitsmaterialie im Bauwesen

G. Rodríguez

Nach Hervorhebung der Bedeutung der Bebauung und der öffentlichen Bauten sowie der wichtigen Rolle, welche die chemische Industrie im Zusammenhang mit der Verbesserung der Eigenschaften traditioneller Produkte spielt, werden die Eigenschaften neuer Isolier- und Schutzmaterialie untersucht.

Unter diesen Materialien werden hervorgehoben:

- Polyvinylchlorid, das in der Bauschreinerei Verwendung findet, in Wasserleitungsrohren usw., auf Grund seiner unterchlässigen, wärmedämmenden und schalldämmenden Eigenschaften und seiner praktisch minimalen Unterhaltskosten;
- Polyäthylén, das wegen seiner Leichtigkeit und Nichtentzündbarkeit für Wasser- und Sanierungsableitungen eingesetzt wird;
- Polyamide, die auf Grund ihrer hohen mechanischen Eigenschaften und Korrosionsbeständigkeit in der Bauschlosserei verwendet werden;
- Polystyrenschaum für verschiedene Verkleidungen;
- Polyesterschaum, der schalldämmend wirkt und in Verbindung mit Blei gegen Schwingungen eingesetzt wird;
- Zellglasgranulate vielseitiger Eigenschaften;
- Blätterglas mit Polyvinylbutyralfilmen, welche gute Eigenschaften gegen Stöße aufweisen und die Sonnenenergie verringern;
- Polycarbonat, das in der Luft- und Raumforschung und als Sicherheitsmaterial eingesetzt wird.