

Material compuesto de base celulósica y su proceso de fabricación

Sector tecnológico

La presente invención se relaciona con composiciones de celulosa, celulosa modificada o derivados de la celulosa, específicamente con la fabricación de paneles cuyo componente principal es la celulosa y que se utilizan en aplicaciones constructivas para aislamiento acústico y térmico.

Antecedentes a la Invención

En la industria de la construcción se utilizan placas de poliestireno expandido para aislar edificios acústicamente, sistema conocido como "EIFS" (Exterior Insulation Finish Systems por sus siglas en inglés). En la historia de este tipo de aplicaciones hay un riesgo inminente por la utilización de productos que con su rápida combustión generan gases altamente tóxicos en emergencias que pueden cobrar vidas como el incendio de la torre Grenfell (72 personas fallecidas en Inglaterra). La mayoría de estos productos adicionalmente generan un impacto ambiental importante por la extracción y destilación del petróleo y altos consumos de agua.

Para resolver estos problemas, se han creado composiciones basadas en celulosa que corresponden a fibras de celulosa tratadas químicamente para resistir tanto la humedad como el fuego. Están hechas con un material poroso que mejora el aislamiento acústico, son más livianas y ligeras que las láminas de yeso-cartón y fibrocemento que son las que se usan tradicionalmente.

Uno de los casos más innovadores corresponde a la celulosa proyectada que funciona como aislante térmico, acústico y de control de condensación. El material se aplica por rociado y se adapta a las superficies generando un revestimiento monolítico. La celulosa proyectada se llama así porque su modo de aplicación, siendo en forma de pasta que se bombea a presión. El material se compone en un 85% de papel periódico reciclado y 15% de sales bóricas que le otorgan una protección ante incendios y, además, permite inmunizar la celulosa de roedores e insectos. El producto también se puede aplicar por insuflado o inyección para aplicaciones donde se requiera el llenado de volúmenes.

La celulosa también se ha utilizado para fabricar placas compactas de hasta 70 kg/m³ para aplicar el principio de mayor masa, mayor absorción de ondas sonoras de un espacio a otro. La patente ES2338295T3 es un ejemplo de este tipo de tecnología que divulga un

procedimiento para la fabricación de elementos de moldeo en forma de placa basados en fibras naturales, en el que se mezclan fibras naturales con aglutinantes y se moldea. Las placas obtenidas están constituidas por fibras y un revestimiento de un plástico reticulante. La activación del producto se realiza mediante aire caliente.

Otros paneles de aislamiento acústico son los CFAB que incluyen de un 65 a 75% de material reciclado. Los paneles de celulosa compactada tratada con sales bóricas incluyen una mejora en el comportamiento ignífugo del material y normalmente se recubren con una capa de cartón para mejorar el acabado y darle mayor uniformidad a la superficie de la placa.

Existen diferentes publicaciones que han tratado de abordar el problema tanto desde la academia con artículos científicos como en patentes buscando una aplicación de ciencia y tecnología.

Existen diversos antecedentes relacionados con el uso de celulosa para aplicaciones constructivas como se puede ver en patentes clasificadas como B32B5/28 donde se mencionan productos por capas no homogéneos que tienen una capa fibrosa, filamentosa, de partículas o de espuma o la clasificación C08L1/02 que habla de celulosa o celulosa modificada.

La patente EP3438166B1 se refiere a una película compuesta de resina que incluye una lámina de microfibras de celulosa y una resina, así como una película laminada de resina, en la que la película compuesta de resina está laminada sobre un sustrato.

La patente EP2679604B1 se refiere a fibras de celulosa en las que una parte de los grupos hidroxilo de la celulosa se han sustituido con al menos uno de un grupo carboxilo y un grupo formilo. Más particularmente, la invención se refiere a fibras de celulosa útiles para materiales compuestos de fibra de celulosa obtenidos por composición con resinas, y a un proceso para producir fibras de celulosa.

La patente US6902797B2 divulga una estructura compuesta a base de yeso que se prepara a partir de una suspensión que incluye una mezcla de sulfato de calcio hemihidratado, un aditivo de éter de celulosa distinto de carboximetilcelulosa y una cantidad de agua suficiente para formar una suspensión. El hemihidrato de sulfato de calcio se hidrata con el agua formando un núcleo de panel reforzado con el aditivo de éter de celulosa. La concentración, el grado de viscosidad y el grado de sustitución del éter de celulosa se seleccionan para dar

al material compuesto una mayor resistencia a la extracción de clavos y una mayor resistencia a la flexión.

La patente JP6348542B2 se refiere a materiales compuestos que atraen a las plagas que pudren la madera y puede funcionar como biocida. El material compuesto tiene polímeros termoplásticos, materiales alimenticios para plagas y pesticidas.

La patente RU2548477C2 se refiere a un producto absorbente que contiene un material compuesto liofilizado. El material compuesto liofilizado contiene una masa de celulosa y un material absorbente, en el que dicho material absorbente contiene celulosa microfibrosa en forma de un material de espuma porosa absorbente.

La patente US9351509B2 divulga un material compuesto de celulosa que muestra un estado de dispersión y un estado de suspensión estables cuando se dispersa en agua ácida o con alta concentración de sal con aplicaciones en campos como por ejemplo, alimentos, productos médicos, cosméticos, pinturas, cerámica, resinas, catalizadores y otros productos industriales como un insumo estabilizante.

La patente KR101643033B1 se relaciona con un medio para construir una composición de mármol artificial multifuncional que reproduce el color natural del mármol o piedra natural y tiene varias funciones como material de acabado de construcción. La composición incluye principalmente de vermiculita expandida preparada por calcinación y mica que le da cierto brillo. Estas funciones multifuncionales incluyen la absorción de sonido de las frecuencias de sonido que inciden en la superficie y la superficie interior formando una estructura tridimensional transpirable o una estructura en capas transpirable en la superficie interior y la superficie, y formando una estructura celular continua que tiene una estructura de aislamiento térmico para proporcionar un control de humedad anti-, y un mármol artificial multifuncional que tiene una función como material de acabado ligero incorporado.

Descripción de las figuras

La Figura 1 presenta un esquema del procedimiento para fabricar un material compuesto de base celulósica

La Figura 2 presenta la conformación de las piezas que se han elaborado con el material, consiguiendo paneles para aplicación final y cilindros para ensayos mecánicos

La Figura 3 muestra una versión del marco que se utiliza para conseguir los paneles según el procedimiento descrito en este documento.

Descripción detallada de la invención:

La presente descripción está orientada por los dibujos de la invención que corresponden a una versión preferida pero no limitativa de la tecnología.

La celulosa es un material muy versátil que se presta para diferentes aplicaciones como la construcción, no solo en elementos estructurales sino aislantes acústicos y térmicos. La celulosa se puede obtener del papel reciclado de periódico, mediante la trituración del material.

El papel periódico se tritura y posteriormente se sumerge en agua en donde la mayor parte de la lignina se remueve por disolución evitando que el producto final cambie de color por oxidación de la lignina. En este punto se utiliza un volumen importante de agua que se está recirculando en el proceso anterior luego de ser tratado con carbón activado. Solo en casos excepcionales o cuando el agua se ha reutilizado muchas veces se considera realizar un tratamiento de agua residual más complejo.

La lignina es una sustancia resinosa que no solamente afecta el color sino que tiende a hacer que el papel sea débil, menos brillante y envejezca antes. En algunos procesos industriales la lignina se retira del papel agregándole al agua compuestos de cloro (gas de cloro, dióxido de cloro o hipoclorito) que no afectan la celulosa pero que también sirven para retirar colorantes como el negro de humo que podrían ser problemáticos cuando se agregan los aglomerantes. Dichos aglomerantes podrían retener esos colorantes, por eso se busca retirar.

Después de retirar el agua, la mezcla obtenida de papel húmedo que se obtiene del proceso anterior se mezcla y en ese momento se le va agregando sales bóricas y alúmina. Particularmente se ha utilizado también ácido bórico para bloquear del fuego estructuras que tienen madera. Este ácido bórico se va añadiendo en pequeñas adicciones. La alúmina por su parte también le confiere propiedades para soportar muy bien la temperatura.

Con esta mezcla ya se tiene un material potencialmente útil para construir elementos resistentes al fuego, que además se ve representado en ciertos componentes para lograr una mezcla que se pueda moldear y que además pueda resistir a las bacterias y la humedad en caso de que sea utilizado como material constructivo o aislante. Para lograr lo anterior se utilizan arcillas que se caracterizan porque con la adición de agua, se plastifican pudiendo ser

conformada con facilidad. Cuando se utilizan arcillas en estos procesos si se permite la evaporación del agua, la cohesión y la adherencia aumenta progresivamente, llegando a obtener materiales resistentes.

Estas arcillas en el caso de nuestro material no se utilizan de manera directa, sino que primero son sometidas a cierto proceso llamado pilarización para obtener incluso mejores propiedades.

La pilarización en general confiere aumento en la resistencia, mayor estabilidad térmica, mayor porosidad, aumento en el área superficial, entre otras. Lo que se hace es intercalar unos iones metálicos de gran tamaño en los espacios interlaminares para que los bloques van creciendo paulatinamente de una forma organizada de tal manera que las estructuras de esos pilares que se van formando permite abrir y sostener las láminas del mineral de arcilla con moléculas voluminosas. Durante el proceso de pilarización también se realizan procesos de lavado, secado, y calcinado.

En los prototipos que se han construido el material de la mezcla es muy fluido, por lo que no sería conveniente darle forma mediante extrusión sino más bien como depositado en moldes plásticos. Este proceso se conoce en inglés como tape-casting o colada de cinta es un proceso de colada que se utiliza en la fabricación de cintas y láminas.

Esta fluidez se debe a la alta humedad, así que cuando el material se pone en los bastidores con filtros o mallas, la humedad se va reduciendo. Un modelo de la malla que se está utilizando actualmente se ve en la Figura 3. Este secado se puede ayudar con aire que normalmente se pone desde la parte inferior del marco, tratando de movilizar agua.

Este modelado se puede hacer con diferentes formas para diferentes aplicaciones. En la actualidad también se han fabricado probetas cilíndricas para realizar ensayos mecánicos como se ve en la Figura 2 B.

Ya se han realizado ensayos de aislamiento acústico y de reacción al fuego, midiendo eliminación de ruido y poder ignífugo.

En resumen, el método para fabricar nuestro material compuesto de base celulósica incluye las siguientes etapas:

- a. Triturar el papel;
- b. Sumergir o remojar en agua el papel triturado por un periodo de entre 6 y 9 horas;

- c. Retirar el agua y filtrar con carbón activado para retirar la tinta y la lignina, con lo que se puede reciclar el agua para el paso b.
- d. La pasta o mezcla obtenida del remojo se muele y se mezcla en simultáneo con sales de boro o ácido bórico y alúmina. Estos componentes se utilizan como conservantes de la celulosa ante hongos o bacterias e insectos. Inclusive el ácido bórico funciona también como insecticida. Estos componentes son muy estables ante el agua por su reducida solubilidad. Su presencia en el producto incrementa la estabilidad de la estructura orgánica ante los organismos mencionados y reduce la posibilidad de perder vidas en un incendio.
- e. A la mezcla se le adicionan con cierto tamaño de partícula, se agregan aglomerantes hasta formar una masa homogénea. Se utiliza la amilosa y la amilopectina por su precio reducido, grado de ramificación y capacidad para unir la celulosa por su compatibilidad con su estructura. Para esta aplicación no son importantes factores tixotrópicos porque se añade a la mezcla antes de que ésta pierda agua.

Para aglomerar se podrían utilizar sílicas precipitadas, sin embargo, este material encarecería el valor. Existe también la posibilidad de generar un adhesivo desde el ácido bórico, con el inconveniente de la pérdida del poder ignífugo y protección ante microorganismos e insectos.

En la mezcla se necesitan reguladores de pH porque busca un pH ácido en la superficie. La arcilla y el ácido bórico sirven para ese fin. Los agregados de concreto o mortero a los cuales se puede afianzar la mezcla tienen pH alcalino.

- f. Paralelamente se hace una pilarización de arcillas con acetona e hidróxido de aluminio para darle a las arcillas una estructura a la que se le pueden añadir metales para la catálisis. Como se mencionaba antes, se conforman unos “ductos” con estructuras hexagonales que aportan estabilidad ante el agua en la mezcla.
- g. Se adiciona la mezcla húmeda de arcillas pilarizadas por cada lado de la placa. La Bentonita y la Vermiculita son capaces de absorber agua. Con esta mezcla, se saturan los sitios en los que el agua podría penetrar y la hace compatible con agregados de concreto o mortero a los cuales pueda afianzarse.
- h. Se adiciona bactericida.

La mezcla formada contiene el aglutinante y las arcillas transfieren sus propiedades y donan su estructura, compatibilizando la mezcla con agregados de mortero o concreto para adherirse a los costados o sobre la superficie.

Para incrementar la posibilidad de ser usado en interiores, podrían usarse dispersiones poliméricas vinil – acrílicas al 10% porque posibilitan la conformación de una superficie estable a la que el concreto se adhiere.

Ejemplo de aplicación práctica o forma preferida de la invención

El material compuesto preferiblemente se puede moldear en forma de placa de celulosa entre el 90% y el 99% de pureza. En algunos casos se puede utilizar al 95%, al 96% o al 97%. Esta placa normalmente se fabrica con unas dimensiones de 1,5 centímetros de espesor, 40 cm de ancho y 60 cm de alto. Sin embargo, las dimensiones a las que esta placa o panel se puede moldear pueden llegar a estar entre 0,1 y 5 centímetros de espesor, 20 y 200 cm de ancho y 20 y 200 cm de alto como se muestra en la Figura 2A. Dicho material también se puede moldear en forma de bloque cuya arista puede variar entre 5 y 50 cm siendo estos bloques cúbicos o un prisma rectangular. El material también se puede adaptar a formas irregulares de acuerdo a un molde.

El material tiene un componente amigable con el medio ambiente que corresponde a la utilización de papel reciclable alto en lignina como por ejemplo el papel periódico. Tal como se describe en la Figura 1 de manera simplificada, cuando se usa el papel periódico como materia prima se tritura y debe mantenerse durante un período de entre 6 y 9 horas en agua para liberar lignina. El papel absorbe agua y va liberando tinta, al mismo tiempo que el papel se va dilatando y se van liberando fibras. Se puede alternativamente agregar hidróxido de sodio para acelerar el proceso sin que esto sea obligatorio puesto que el tiempo de remojo puede conseguir los mismos resultados.

El factor para asegurar el tiempo para la siguiente fase es la tonalidad del agua y la generación de precipitados que corresponden a la tinta de impresión. Se extrae el agua y se filtra con carbón activado para retirar la tinta y la lignina, ello asegura el reciclado de la misma. La matriz de celulosa se muele y mezcla con alumbre y ácido bórico. Se debe garantizar por este medio, un tamaño de partícula inferior a tres milímetros. En esta versión preferida, un 2% en una mezcla final de Ácido Bórico ($B(OH)_3$) y alumbre de potasio $KAl(SO_4)_2$ utilizados como reguladores de pH, ignífugo y bactericida.

Ya garantizado el tamaño de partícula, se agregan la amilosa y amilopectina hasta formar una masa homogénea. Para compactar o aglomerar el material se usa una mezcla de Amilosa (0,3%) ($C_6H_{10}O_5$)_n y Amilopectina (0,4%) ($C_6H_{12}O_6$).

En esta versión preferida del material compuesto, el restante porcentaje de la matriz incluye un porcentaje (entre el 1 y 3%) de Bentonita y Vermiculita 7:3 como arcillas reguladoras de pH y donantes de sus características adhesivas que han sido pilarizadas previamente con una mezcla estequiométrica de acetona en un 50% P/P e hidróxido de aluminio al 50% P/P añadido por goteo.

Al mismo tiempo, se adiciona la acetona a la mezcla de arcillas y se adiciona el hidróxido de aluminio o de sodio para forjar una estructura rómbica que por nucleación garantizará la formación de dicha estructura en la superficie de la matriz de celulosa.

Cuando se ha conseguido la masa de celulosa con amilosas y amilopectinas, se adiciona la mezcla húmeda de arcillas pilarizadas por cada lado de la placa.

Se comprime para extraer agua y se somete a un proceso de aireado por presión para agilizar la pérdida de agua. La mezcla final se deja secar hasta una pérdida en peso de un 1% en agua.

La placa obtenida puede ser mucho más resistente que una pieza de yeso. En las imágenes se pueden ver prototipos funcionales del material.