

**ESPACIADOR DE PLÁSTICO VISCOELÁSTICO PARA AMORTIGUACIÓN
VIBROACÚSTICA Y REVESTIMIENTO QUE COMPRENDE DICHO
ESPACIADOR**

La presente invención hace referencia a una capa intermedia plástica viscoelástica diseñada para ser incorporada entre dos láminas de vidrio para formar un revestimiento laminado con propiedades de amortiguación vibroacústica, diseñada para locomotoras, particularmente vehículos a motor, o en su defecto, aislantes térmicos.

Entre las cualidades que contribuyen a la comodidad en los transportes modernos, en los medios tales como trenes y vehículos a motor, el silencio se ha convertido en un factor determinante.

La comodidad acústica ha mejorado a lo largo de varios años mediante el tratamiento de los ruidos tales como los del motor, del desplazamiento o de la suspensión, ya sea en su punto de origen o durante su propagación a través del aire o elementos sólidos.

Las formas de los vehículos también se han modificado para mejorar la penetración a través del aire y para reducir la turbulencia, que por sí sola ya es una causante de ruido.

Recientemente, se ha puesto mayor atención en el rol que pueda llegar a cumplir el revestimiento en la mejora de la comodidad acústica, en particular los revestimientos laminados que incluyen películas capas intermedias. El revestimiento laminado también tiene otras ventajas, tales como eliminar el riesgo de proyección de fragmentos en caso de un frenado repentino, o en su defecto constituir un retardante de frenado.

Se ha demostrado que el uso de películas plásticas estandarizadas en los revestimientos laminados es inadecuado si se quiere mejorar la comodidad acústica. Luego se desarrollaron películas plásticas específicas, las cuales poseían propiedades de amortiguación que posibilitaron una mejora de la comodidad acústica.

No obstante, existe una demanda constante para mejorar la comodidad acústica.

Existe entonces una necesidad de una capa intermedia plástica viscoelástica diseñada para ser incorporada entre dos láminas de vidrio para formar un revestimiento laminado con propiedades de amortiguación vibroacústica, las cuales brindarán una mejora de las propiedades de aislamiento acústico, en particular dentro de un rango de frecuencia de

1000 Hz a 5000 Hz; dentro de este rango, el oído humano llega a su mayor sensibilidad.

Para lograr este cometido, la presente invención sugiere una capa intermedia plástica viscoelástica diseñada para ubicarse entre dos láminas de vidrio de un revestimiento para proporcionarle propiedades de amortiguación vibroacústicas. La capa intermedia incluye los siguientes componentes:

- Dos capas exteriores de PVB estándar,
- Una primera y segunda capa de material plástico viscoelástico a base de acetato de polivinilo y plastificante, con propiedades acústicas mejoradas,
- Una capa central hecha con PVB estándar,

La primera y la segunda capa interna se posicionan, respectivamente, entre la capa central y la primera y la segunda capa externa.

En el presente texto, el término "PVB estándar" se utiliza para referirse a la película de butiral de polivinilo (PVB) en la cual:

- el contenido molar de PVB es mayor que 42%, preferentemente mayor que 44%, preferentemente mayor que 46%, preferentemente mayor que 48%, preferentemente mayor que 50%, preferentemente mayor que 52%, preferentemente mayor que 53%,

preferentemente mayor que 53,5%, preferentemente mayor que 54%, preferentemente mayor que 54,5%, preferentemente mayor que 55%, preferentemente mayor que 55,5%, y menor que 60%, preferentemente menor que 59,5%, preferentemente menor que 59%, preferentemente menor que 58,5%, preferentemente menor que 58%, preferentemente menor que 57,5%, preferentemente menor que 57%, preferentemente menor que 56,5%,

- El contenido de la masa de los plastificantes expresadas en partes por cada 100 partes de resina de PVB (phr) es mayor que 5 phr, preferentemente mayor que 10 phr, preferentemente mayor que 20 phr, preferentemente mayor que 22,5 phr, preferentemente mayor que 25 phr, y menor que 120 phr, preferentemente menor que 110 phr, preferentemente menor que 90 phr, preferentemente menor que 75 phr, preferentemente menor que 60 phr, preferentemente menor que 50 phr, preferentemente menor que 40 phr, preferentemente menor que 35 phr, preferentemente menor que 30 phr,
- La temperatura de transición vítrea para una frecuencia de 100 Hz es mayor que 30°C, preferentemente mayor que 40°C, y es menor que 60°C, preferentemente menor que 56°C.

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, las capas externas y centrales poseen un módulo de elasticidad

transversal G' mayor que o igual a $1,10^8$ Pa y un factor de pérdida $\tan \delta$ menor que 0,4, a 20°C y dentro de un rango de frecuencia de entre 1 kHz y 10 kHz.

De acuerdo con al menos una realización, la capa intermedia es tal que una frecuencia de resonancia f_1 de un primer modo de resonancia de una barra con revestimiento laminado con un área de superficie de 25 mm x 30 mm compuesta de dos láminas de vidrio cada una de 2,1 mm de espesor dentro de la que se incorpora la capa intermedia, determinada por la medición de impedancia mecánica (MIM) a 20°C de acuerdo con las normas ISO 16940, oscila entre 100 Hz y 200 Hz y la amortiguación modal η_1 del primer modo de resonancia de la barra previamente mencionada, determinada por la MIM en las mismas condiciones, es mayor que o igual a 0,35.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la capa intermedia es tal que una frecuencia de resonancia f_1 de un primer modo de resonancia de una barra con revestimiento laminado con un área de superficie de 25 mm x 30 mm compuesta de dos láminas de vidrio cada una de 2,1 mm de espesor dentro de la que se incorpora la capa intermedia, determinada por la medición de impedancia mecánica (MIM) a 20°C de acuerdo con las normas ISO 16940, oscila entre 120 Hz y 180 Hz y la amortiguación modal η_1 del primer modo de resonancia de la barra previamente mencionada, determinada

por la MIM en las mismas condiciones, es mayor que o igual a 0,38 o incluso 0,40.

De acuerdo con al menos una realización, la primera y segunda capa interna presentan una composición diferente.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la capas centrales y externas poseen cada una de ellas un espesor de entre 0,10 mm y 0,40 mm y las capas internas poseen un espesor de entre 0,10 mm y 0,20 mm cada una; el espesor total de la capa intermedia se ubica entre los valores de 0,70 mm y 2,00 mm.

De acuerdo con al menos una realización, la capa central se compone de dos capas de PVB estándar; la capa intermedia se compone de dos capas intermedias de tres capas superpuestas: cada una de estas capas intermedias de tres capas se compone de dos capas de PVB estándar entre las que se ubica una capa de material plástico viscoelástico en base a acetato de polivinilo, con propiedades acústicas mejoradas.

De acuerdo con al menos una realización, la capa intermedia se tiñe en la mayor parte de una parte de su superficie y/o posee una sección transversal que decrece en forma de cuña desde la parte superior hacia la parte inferior de un

revestimiento laminado dentro del cual se quiere incorporar y/o que contiene partículas que sirven para descartar la radiación infrarroja.

La invención también encuentra relación con un revestimiento laminado que comprende los siguientes elementos:

- Una lámina de vidrio con un espesor de entre 0,5 mm y 3,0 mm,
- Una lámina de vidrio con un espesor de entre 0,5 mm y 3,0 mm,
- Una capa intermedia previamente descrita que se posiciona entre las dos láminas de vidrio.

Además, la invención se relaciona con un revestimiento laminado que comprende los siguientes elementos:

- Una lámina de vidrio con un espesor de entre 0,5 mm y 15,0 mm,
- Una lámina de vidrio con un espesor de entre 0,5 mm y 15,0 mm,
- Una capa intermedia previamente descrita que se posiciona entre las dos láminas de vidrio.

Además, la invención se relaciona con el uso del revestimiento descrito previamente como revestimiento de vehículos a motor.

De manera alternativa, la invención se relaciona con el uso del revestimiento descrito previamente como revestimiento para edificaciones, ya sea como un revestimiento simple o uno que cuando se lo integra forma un revestimiento múltiple.

A continuación se describirán otras características y ventajas de la presente invención con respecto a los dibujos, a saber:

- La figura 1 representa una evaluación de la pérdida de transmisión de sonido (STL) como una función de la frecuencia para tres revestimientos laminados diferentes;
- La figura 2 representa una vista transversal del revestimiento de acuerdo con una primera realización de la invención;
- La figura 3 representa una vista transversal de un revestimiento de acuerdo con una segunda realización de la invención.

Los números de referencia que sean idénticos en las diferentes figuras representan elementos similares o idénticos.

Se deberá tener en cuenta que la expresión “entre... y...” comprende los límites del rango.

La invención se relaciona con una capa intermedia plástica viscoelástica diseñada para ser incorporada entre dos láminas de vidrio de un revestimiento para suministrarle propiedades de amortiguación vibroacústicas. La capa intermedia comprende los siguientes elementos:

- Dos capas externas de PVB estándar,
- Una primera y segunda capa interna de material plástico viscoelástico en base a acetato de polivinilo y plastificante, con propiedades acústicas mejoradas,
- Una capa central de PVB estándar.

La primera y segunda capa interna están dispuestas, respectivamente, entre la capa central y la primera y segunda capa externa.

De esta manera, la capa intermedia comprende 5 capas en total, incluidas las tres capas de PVB estándar entre las cuales se encuentran capas intercaladas con propiedades de amortiguación dignas de ser tenidas en cuenta. La

estructura de la capa intermedia, en particular esta alternancia entre capas más rígidas y menos amortiguadas y entre capas menos rígidas y más amortiguadas, le proporciona al revestimiento propiedades mejoradas de aislamiento acústico, en particular dentro de un rango de frecuencias de entre 1000 Hz y 5000 Hz.

De acuerdo con la invención, la capa intermedia está diseñada para ser incorporada entre dos láminas de vidrio para formar un revestimiento laminado.

La figura 2 representa una vista transversal de un revestimiento de acuerdo con una primera realización de la invención.

El revestimiento comprende dos láminas de vidrio 1, 2 entre las que se inserta la capa intermedia, de acuerdo con la invención. La conexión sólida de la capa intermedia con las láminas de vidrio se realiza por medios ya reconocidos, por ejemplo, por apilamiento de las láminas de vidrio y la capa intermedia, y mediante el paso del ensamblaje por un autoclave.

El espesor de cada lámina de vidrio 1, 2 es, por ejemplo, de entre 0,5 mm y 3,0 mm al aplicarse como revestimiento en un vehículo a motor, por ejemplo en un parabrisas, y entre

0,5 mm y 15,0 mm al aplicarse como revestimiento para edificaciones.

En el caso de aplicarse a un parabrisas, el revestimiento, obviamente, cumple con todos los requisitos del reglamento de las Naciones Unidas N° 43 (también conocida como reglamento R43) de la resistencia a golpes duros para asegurar su dureza mecánica.

En el caso de aplicarse a una edificación, el revestimiento laminado, de acuerdo con la presente invención, se podrá usar en su presentación básica o se lo podrá integrar para formar un revestimiento múltiple.

En el caso de aplicarse el revestimiento a un vehículo a motor, la lámina de vidrio 1 del revestimiento está diseñada para estar orientada de modo que se enfrente al exterior del vehículo, mientras que la lámina de vidrio 2 está diseñada para estar orientada de modo que se enfrente al interior del vehículo. La lámina de vidrio 1 es, por ejemplo, más gruesa que la lámina de vidrio 2 ya que el revestimiento posee mayor protección contra ataques externos (inclemencias climáticas, impactos de gravilla, etcétera). En los revestimientos para vehículos a motor existentes, el espesor de las láminas de vidrio 1 generalmente es de 2,1 mm y el espesor de la lámina de

vidrio 2 generalmente es de 1,6 mm. El revestimiento, de acuerdo con la presente invención, puede comprender también una lámina de vidrio 1 de 1,6 mm de espesor y una lámina de vidrio 2 de 1,2 mm de espesor, o una lámina 1 de 1,4 mm de espesor y una lámina de vidrio 2 de 1,1 mm de espesor.

La capa intermedia se constituye por al menos dos capas internas 6, 7 de plástico viscoelástico con propiedades de amortiguación vibroacústicas mejoradas. Las capas están compuestas en base a acetato de polivinilo y plastificante. El contenido y la naturaleza del plastificante y el grado de acetilación del butiral de polivinilo imposibilitan la modificación mediante métodos conocidos de la solidez de un componente en base a butiral de polivinilo y plastificante.

En el ejemplo representado en la Figura 2, la capa intermedia también comprende tres capas 3, 4 y 5 de butiral de polivinilo (PVB), bajo el nombre de PVB en oposición al material de las capas internas 6, 7 que se componen en base a acetato de polivinilo y plastificante y que es más rígido y aísla más que el PVB "estándar".

Las tres capas 3, 4 y 5 de PVB estándar se denominan capas externas para las capas 4 y 5 y capa central para la capa 3. Las capas externas 4 y 5 y la capa central 3 poseen un módulo de elasticidad transversal G' mayor que o igual a

1×10^8 Pa y un factor de pérdida $\tan \delta$ menor que 0,4, a 20°C y dentro de un rango de frecuencia de entre 1 kHz y 10 kHz. Las capas externas 4 y 5 y la capa central 3 le brindan a la capa intermedia buena fuerza mecánica.

Las capas internas 6 y 7 son menos rígidas que las capas externas 4 y 5 y la capa central 3 para brindarle a la capa intermedia propiedades acústicas mejoradas.

Las capas externas 4 y 5 están en contacto con las láminas de vidrio 1 y 2, respectivamente. Ambas capas 6 y 7 están intercaladas entre una de las capas externas 4 y 5 y la capa central 3.

En función de su aplicación, la primera y segunda capa interna 6 y 7 podrán poseer la misma composición química o una composición química diferente.

Además, para lograr la optimización de la pérdida de transmisión de sonido, la capa central 3 y las capas externas 4 y 5 poseen un espesor de entre 0,10 mm y 0,40 mm cada una y las capas internas 6 y 7 poseen un espesor de 0,10 mm y 0,20 mm cada una. El espesor total de la capa intermedia oscila entre los 0,70 mm y 2,00 mm.

La figura 3 representa una vista transversal del revestimiento de acuerdo con una segunda realización de la invención.

Este revestimiento se diferencia del revestimiento de la figura 2 solamente por el hecho de que la capa central 3 se compone de dos capas 3a y 3b de PVB estándar, las cuales se superponen. Todo aquello que se ha establecido previamente con respecto a la realización de la figura 2 también es válido para la realización de la figura 3.

Para producir este revestimiento de acuerdo con la figura 3, se superponen dos capas intermedias acústicas de tres capas A y B. Cada capa intermedia de tres capas A y B comprende dos capas de PVB estándar, respectivamente, 4, 3a y 3b, 5 dentro de la cual se ubica una capa 6 o 7 de material plástico viscoelástico en base a aceto de polivinilo y plastificante, con propiedades acústicas mejoradas.

De esta manera, la capa intermedia, de acuerdo con la invención, podrá formarse ya sea a partir de cinco capas independientes o a partir de dos capas intermedias de tres capas preexistentes.

Como se verá más adelante, en relación con la figura 1, el hecho de que la capa intermedia comprenda dos capas con propiedades acústicas mejoradas, intercaladas entre tres capas de PVB estándar, posibilita la mejora de las cualidades de rendimiento acústico del revestimiento, en particular en el rango de 1000 Hz a 5000 Hz.

Las características acústicas de la capa intermedia están determinadas por la medición de impedancia mecánica (MIM) a 20°C de acuerdo con las normas ISO 16940 de una barra de revestimiento laminada con un área de superficie de 25 mm x 300 mm y está compuesta de dos láminas de vidrio de 2,1 mm de espesor (y no 4 mm como lo sugiere la norma ISO 16940), entre las que se incorpora una capa intermedia de acuerdo con la invención, es decir, una capa intermedia que comprende al menos dos capas internas de plástico viscoelástico con propiedades de amortiguación vibroacústica mejoradas, que se posiciona entre las tres capas externas y las capas centrales de PVB estándar.

La MIM proporciona la posibilidad de determinar las frecuencias de resonancia y los factores de pérdida de los distintos modos de impedancia mecánica de la barra de revestimiento laminada.

La capa intermedia se encuentra de conformidad con la invención si la frecuencia de resonancia f_1 del primer modo de resonancia de una barra de revestimiento laminada con un área de superficie de 25 mm x 300 mm se compone de dos láminas de vidrio de 2,1 mm de grosor cada una entre las que se incorpora la capa intermedia, la cual es determinada por la medición de impedancia mecánica (MIM) a 20°C de acuerdo con las normas ISO 16940, oscila entre 100 Hz y 200 Hz y la amortiguación modal η_1 del primer modo de resonancia de la barra previamente mencionada, determinada por la MIM en las mismas condiciones, es mayor que o igual a 0,35.

De manera preferencial, la frecuencia de resonancia f_1 se ubica en el rango de 120 Hz a 180 Hz y el factor de pérdida η_1 es mayor que o igual a 0,38, o incluso 0,40, lo cual posibilita la obtención de cualidades de rendimiento acústico mucho más mejoradas, en particular en el rango de 1000 Hz y 5000 Hz.

La figura 1 representa una curva de medición de la pérdida de transmisión del sonido (STL) como función de la frecuencia, evaluada en tres revestimientos laminados de conformidad con la norma NF EN ISO 10140 (con la excepción del tamaño del revestimiento, el cual está basado en un tamaño de 500 mm por 800 mm).

De esta manera, un primer revestimiento laminado (Muestra 1 - referencia 1) comprende los siguientes elementos:

- Dos láminas de vidrio; cada una de ellas posee un espesor de 2,1 mm, y
- Una capa intermedia N° 1 que comprende dos capas externas de PVB estándar y una capa interna de plástico viscoelástico con propiedades de amortiguación vibroacústica mejoradas.

La frecuencia de resonancia f_1 es de 138 Hz (± 5 Hz) y el factor de pérdida η_1 es igual a 0,27 ($\pm 0,05$).

El primer revestimiento laminado corresponde a una composición estándar de vidrio para parabrisas con una capa intermedia con propiedades de amortiguación acústica ya conocidas. La capa intermedia N° 1 podría, por ejemplo, reemplazarse por una capa intermedia Trosifol VG+SC comercializada por Kuraray o por la capa intermedia Saflex® Vanceva Quiet QC41 comercializada por Solutia o, de manera alternativa, por la capa intermedia S-Lec Acoustic Film HI-RZN12 comercializada por Sekisui. Este revestimiento corresponde a la referencia de revestimiento laminado 1.

La curva de la pérdida de transmisión del sonido para el primer revestimiento laminado se representa con círculos.

Un segundo revestimiento laminado (Muestra 2 - referencia 2) comprende los siguientes elementos:

- Dos láminas de vidrio; cada una de las láminas posee un espesor de 2,1 mm, y
- Una capa intermedia N° 2 que comprende dos capas externa de PVB estándar y una capa interna de plástico viscoelástico con propiedades de amortiguación vibroacústicas mejoradas.

La frecuencia de resonancia f_1 es de 175 Hz (± 5 Hz) y el factor de pérdida η_1 es igual a 0,27 ($\pm 0,05$).

El segundo revestimiento laminado corresponde a una composición de vidrio para parabrisas con una capa intermedia con propiedades de amortiguación acústica ya conocidas. La capa intermedia N° 2 es la capa intermedia descrita en WO 2016/175 101. Este revestimiento corresponde a la referencia revestimiento laminado 2.

La curva de la pérdida de transmisión del sonido para el segundo revestimiento laminado se representa con diamantes.

Un tercer revestimiento laminado (Muestra 1+2) comprende los siguientes elementos:

- Dos láminas de vidrio; cada una de las láminas posee un espesor de 2,1 mm, y
- Una capa intermedia compuesta por una capa intermedia de tres capas N° 1 y una capa intermedia de tres capas N° 2, las cuales se superponen.

La frecuencia de resonancia f_1 es de 146 Hz (± 5 Hz) y el factor de pérdida η_1 es igual a 0,42 ($\pm 0,05$).

El tercer revestimiento laminado corresponde al revestimiento laminado, de acuerdo con la invención.

La curva de la pérdida de transmisión del sonido (representada por triángulos) para el tercer revestimiento laminado presenta una mejora en la pérdida de transmisión de sonido en el rango de 500 Hz a 5000 Hz relativa al primer y segundo revestimiento laminado de referencia, e incluso presenta una mejora en el aislamiento acústico en el rango de frecuencia completo (500 Hz - 8000 Hz) relativa al primer revestimiento laminado. De esta manera se podrá observar un efecto digno de destacar como el resultado del armado de varias capas de materiales viscoelásticos con diferentes propiedades y características (en términos de amortiguación y rigidez mecánica). Este armado describe un PVB acústico de una nueva generación que puede aislar más y a su vez es más rígido que un PVB acústico estándar. De

esta manera se podrá observar un efecto sinérgico entre las dos capas intermedias de tres capas N° 1 y N° 2 en el rango de 500 Hz y 5000 Hz, que ya no es tal en frecuencias más altas.

La presente invención también se relaciona con un revestimiento laminado que comprende los siguientes elementos:

- Dos láminas de vidrio; cada una de las láminas posee un espesor de 2,1 mm, y
- Una capa intermedia compuesta de dos capas intermedias de tres capas superpuestas N° 1.

La frecuencia de resonancia evaluada f_1 es de 128 Hz (± 5 Hz) y el factor de pérdida evaluado η_1 es igual a 0,41 ($\pm 0,05$).

La presente invención también se relaciona con un revestimiento laminado que comprende los siguientes elementos:

- Dos láminas de vidrio; cada una de las láminas posee un espesor de 2,1 mm, y
- Una capa intermedia compuesta por dos capas intermedias de tres capas superpuestas N° 2.

La frecuencia de resonancia evaluada f_1 es de 168 Hz (± 5 Hz) y el factor de pérdida evaluado η_1 es igual a 0,42 ($\pm 0,05$).

Las capas intermedias de tres capas N° 1 y N° 2 poseen diferentes composiciones químicas, pero se basan en el acetato de polivinilo y plastificante, con propiedades acústicas mejoradas que son realmente mejoradas ya que, cuando se las superpone en parejas (N° 1 + N° 1 o N° 1 + N° 2 o N° 2 + N° 2), la frecuencia de resonancia f_1 del primer modo de resonancia de una barra de revestimiento laminado con un área de superficie de 25 mm x 300 mm compuesta de dos láminas de vidrio de 2,1 mm de espesor cada una entre las que se ubica la capa intermedia, determinada por la medición de impedancia mecánica (MIM) a 20°C de acuerdo con las normas ISO 16940, oscila entre 100 Hz y 200 Hz y la amortiguación modal η_1 del primer modo de resonancia de la barra previamente mencionada, determinada por la MIM en las mismas condiciones, es mayor que o igual a 0,35, o incluso mayor que o igual a 0,38, o incluso mayor que o igual a 0,40.

Todos los ejemplos son revestimientos laminados con dos láminas de vidrio de 2,1 mm de espesor cada una. No obstante, como ya se ha indicado al comienzo de la descripción, todos los revestimientos laminados con láminas

de vidrio con un espesor de entre 0,5 mm y 15,0 mm y una capa intermedia de cinco capas, incluidas las tres capas de PVB estándar entre las cuales se ubican dos capas internas que son más suaves que el PVB estándar, y cuya capa central posiblemente se encuentre dividida, forman parte de la presente invención.

Las mediciones MIM se llevaron a cabo una vez por semana durante varias semanas. Los valores proporcionados en el presente documento son los valores obtenidos luego de la estabilización, es decir, normalmente al menos 10 semanas luego de haber sido armada la barra de revestimiento laminado.

De acuerdo con la invención, la capa intermedia también podrá:

- Teñirse en la mayor parte de una parte de su superficie, con respecto a la intimidad de las personas dentro de un vehículo o para proteger al conductor de dicho vehículo de la luz solar enceguedora o simplemente para lograr un efecto estético, y/o
- Poseer una sección transversal en forma de cuña que decrece desde la parte superior hacia la parte inferior de un revestimiento laminado, la cual permite utilizar el revestimiento laminado como una pantalla

de sistema visualización frontal (HUD, por sus siglas en inglés), y/o

- Comprender partículas que sirvan para descartar radiación infrarroja para limitar el aumento de la temperatura en el interior de un vehículo debido a la radiación infrarroja del sol, para mejorar así la comodidad del pasajero.