

LAMINADO AUTOMOTRIZ LIGERO CON ALTA RESISTENCIA A LA ROTURA

Campo de la Invención

La presente invención generalmente se relaciona con el campo del laminado de vidrio automotriz que comprende una capa químicamente templada.

Fundamento de la Invención

En respuesta a los requisitos regulatorios para el aumento de la eficiencia del combustible de automóviles, así como la creciente conciencia pública y la demanda de productos amigables con el medio ambiente, los fabricantes de equipo original del sector automotriz (OEM) en todo el mundo han venido trabajando para mejorar la eficiencia de sus vehículos.

Uno de los elementos claves de esta estrategia para mejorar la eficiencia ha sido el concepto de peso ligero. En algunas ocasiones, los materiales y procesos convencionales, más tradicionales y menos costosos, están siendo reemplazados por nuevos materiales y procesos innovadores que, aunque en algún momento son más caros, todavía tienen una mayor utilidad que los materiales y procesos que se sustituyen debido a su menor peso y el correspondiente aumento de eficiencia de combustible. A veces, los nuevos materiales y procesos traen con ellos funcionalidad agregada, además de su peso más ligero. El vidrio automotriz no ha sido la excepción a esta tendencia.

Durante muchos años, el parabrisas de automóvil estándar tuvo un espesor de 5.4 mm. En años más recientes, hemos visto disminuir el espesor hasta 4.75 mm. Mientras que una reducción de 0,65 mm puede no parecer significativa, a una densidad de 2600 kg por metro cúbico para el estándar típico del vidrio flotado de cal sodada, cada milímetro que el espesor se reduce, disminuye el peso en 2.6 kg por metro cuadrado. El peso de un parabrisas típico de 1.2 metros cuadrados que va de 5.4 mm a 4.75 mm se reduce un poco más de 2 kg. En un vehículo con un total de 6 metros cuadrados de vidrio, una reducción de 1 mm en todas las ventanas se traduce en un ahorro de 15.6 kg.

Además del ahorro en peso solo por la reducción del espesor del vidrio, se ha logrado ahorros de peso adicionales al ir incrementando el área vidriada de los vehículos desplazando así otros materiales más pesados. Los populares techos panorámicos grandes son ejemplo de esta tendencia.

Sin embargo, hay límites en cuanto a que tan delgados pueden ser los vidrios con una construcción recocida de vidrio de cal sodada. El parabrisas debe tener suficiente resistencia para soportar el esfuerzo inducido por la carga del viento. Con la tendencia hacia el aumento del tamaño del parabrisas en particular, se necesita aún más fuerza. El vidrio también se está convirtiendo en un elemento estructural en cada vez más vehículos. El vidrio contribuye ahora a la rigidez y la resistencia del automóvil. Los vidrios fijos, una vez unido con un poliuretano de curado relativamente blando, se montan con adhesivos de módulo más alto. Como resultado, el vidrio, una vez aislado mediante juntas de caucho y adhesivos suaves de butilo, está ahora mucho más sujeto a la carga generada por los baches de la carretera y la torsión generada durante la operación del vehículo.

Hoy en día, los parabrisas con una capa exterior de 2.1 mm **12**, una capa interna de 1.6 mm **14** y una capa intermedia de plástico de 0.76 mm **10** que suman un poco menos de 4.5 mm de espesor total se están volviendo comunes (Figura 1). Esto puede estar cerca del límite de lo que se puede hacer con vidrio recocido convencional de cal sodada.

El vidrio recocido es un vidrio que se ha enfriado lentamente desde la temperatura de flexión a través del rango de transición vítrea. Esto se hace para aliviar el estrés en el cristal. El vidrio recocido se rompe en fragmentos grandes con bordes afilados. En un laminado, se pegan dos láminas de vidrio recocido utilizando una lámina de termoplástico. Si el vidrio laminado se rompe, la capa de plástico sostiene los fragmentos de vidrio juntos, ayudando a mantener la integridad estructural del vidrio. Los fragmentos rotos de vidrio tienden a interbloquearse mucho como las piezas de un rompecabezas. Un vehículo con un parabrisas roto todavía puede ser operado, a menudo por un período extendido si el daño no es en las zonas de visión o si no es demasiado extenso. En situaciones de impacto, la capa de plástico **10** también ayuda a evitar la penetración del ocupante en caso de colisión o la penetración de objetos que golpean el laminado desde el exterior del vehículo.

Para hacer un parabrisas más delgado, el vidrio necesita ser más fuerte. Se pueden usar dos procesos para aumentar la resistencia del vidrio. El tratamiento térmico donde el vidrio caliente es rápidamente enfriado, y el templado químico el cual logra el mismo efecto a través de un tratamiento químico.

Se puede utilizar vidrio resistente al calor, flotado templado de cal sodada, con una resistencia a la compresión de al menos 70 MPa, en todas las posiciones del vehículo distintas del parabrisas. El vidrio reforzado térmicamente (templado) tiene una capa de alta compresión en las superficies exteriores del vidrio, equilibrada por la tensión en el interior del vidrio, que se produce por el rápido enfriamiento del vidrio ablandado en caliente. Cuando el vidrio templado se rompe, la tensión y la compresión ya no están en equilibrio y el vidrio se rompe en granos pequeños con los bordes desgastados. El vidrio templado es mucho más fuerte que el vidrio laminado recocido. Los límites de espesor permitidos para un típico proceso automotriz de termoendurecido van de 3.2mm a 3.6 mm. Esto se debe a la rápida transferencia de calor que se requiere. Si se trabaja con vidrios más finos o delgados, no será posible lograr la alta compresión superficial requerida utilizando el típico sistema de enfriamiento por medio de aire soplado de baja presión.

El vidrio también puede ser templado químicamente. En este proceso, los iones en y cerca de la superficie exterior del vidrio se intercambian con iones que forman el baño que son más grandes. Esto coloca la capa exterior de vidrio en compresión. Resistencias a la compresión de hasta 1.000 MPa son posibles.

El temple químico se realiza sumergiendo el vidrio en un baño de nitrato de potasio fundido. Durante el proceso, los iones de potasio reemplazan los iones de elementos más pequeños en la superficie de vidrio creando una capa de compresión. La fuerza de templado es una función del tiempo que se trata el vidrio, la temperatura del baño y la composición del vidrio. La fuerza se correlaciona con la profundidad de la capa de compresión. Los parámetros típicos para el templado químico son el tratamiento a una temperatura que varía de 350 °C a 475 °C durante un período de 2 a 24 horas.

A diferencia del vidrio templado térmicamente, el vidrio químicamente templado se rompe en fragmentos en lugar de granos pequeños típicos de vidrios tratados con calor. Esta propiedad

permite su uso en parabrisas. Sin embargo, en un vidrio de parabrisas estándar de espesor mayor o igual a 2.0 mm, aplicar un proceso de temple químico lo volvería realmente muy resistente. En el caso de un choque y un impacto con la cabeza, el parabrisas debe romperse, absorbiendo la energía del impacto en lugar de que lo haga la cabeza del ocupante. Por lo tanto, dependiendo de la resistencia obtenida por el temple, se deben usar espesores de 1.0 mm o menos en los parabrisas.

En el mercado de vidrios resistentes a balas, dos composiciones de vidrio utilizadas comúnmente son vidrio de borosilicato y vidrio de aluminosilicato.

El vidrio de borosilicato es un tipo de vidrio que contiene óxido bórico. Tiene un bajo coeficiente de expansión térmica y una alta resistencia a sustancias químicas corrosivas. Se utiliza comúnmente para fabricar bombillas, cristalería de laboratorio y utensilios de cocina.

El vidrio del aluminosilicato se hace con óxido de aluminio. Es aún más resistente a los productos químicos que el vidrio de borosilicato y puede soportar temperaturas más altas. El vidrio de aluminosilicato químicamente templado es ampliamente utilizado para pantallas en teléfonos inteligentes y otros dispositivos electrónicos.

En un intento de reducir el peso más allá de lo que es posible con vidrio de cal sodada, se han producido vidrios híbridos utilizando una capa de aluminosilicato químicamente templado de vidrio delgado para la capa interna **12** y una capa de vidrio de cal sodada **14** recocida para la capa externa. El aluminosilicato, aunque tiene un potencial de hasta 1000 MPa con un grosor de 0,7 mm, no soporta bien los impactos producidos con piedras. Como resultado, debe utilizarse para la capa interior **14**. La capa exterior de vidrio de cal sodada **12** no es más resistente ni duradera que la capa exterior de un parabrisas ordinario. Debido a la flexibilidad de la capa interior delgada **14**. Sin embargo, la resistencia de la viruta de piedra se mejora en un factor de 2. Al producirse el impacto, la superficie del vidrio se flexionará más que un parabrisas ordinario, absorbiendo parcialmente una parte de la energía del impacto.

Otro problema que afronta la transición a las alternativas de vidrio de cal sodada más delgado es que normalmente sólo están disponibles en un color claro. Esto contrasta con las cientos de variaciones en las composiciones y revestimientos que están disponibles el parabrisas de

espesor estándar de cal sodada. Las variaciones de la cal sodada se dirigen principalmente al control de carga solar, pero también sirven a una función estética. Por lo tanto, nos enfrentamos a la pérdida del rendimiento solar al diseñar con vidrio más delgado.

Sería ventajoso ser capaz de producir un laminado aún más delgado, con mayor resistencia a la rotura y rendimiento solar mejorado.

Descripción de las Figuras

La figura 1 es una sección transversal del laminado;

La Figura 2 es una sección transversal del laminado con revestimientos en las superficies 1, 2 y 4;

La Figura 3 es una sección transversal del laminado con película laminada y recubrimientos sobre las superficies 1 y 4;

La Figura 4 es una sección transversal del laminado con revestimientos en las superficies 1, 3 y 4;

Números de los dibujos

- 1 Superficie 1
- 2 Superficie 2
- 3 Superficie 3
- 4 Superficie 4
- 5 Capa intermedia plástica
- 12 Capa de vidrio exterior
- 14 Capa de vidrio interna
- 20 Revestimiento
- 22 Revestimiento
- 24 Revestimiento
- 26 Revestimiento
- 28 Película

Descripción detallada de la invención

El laminado de la invención utiliza una capa interna de vidrio que tiene un espesor menor o igual a 1 mm, una composición de aluminosilicato y templado químico con una profundidad de capa de al menos 20 μm . Esto proporciona un sustrato flexible pero aún fuerte que puede proporcionar el soporte necesario para soportar la carga del viento con buen desempeño ante impactos por parte de ocupantes.

Para la capa externa se utiliza vidrio de borosilicato recocido, que tiene un espesor igual o inferior a 2.1 mm. El borosilicato se seleccionó por su extrema dureza y resistencia a la rotura. El borosilicato ordinario con el mismo espesor, es 5 veces más resistente a las virutas de piedra que el vidrio común de cal sodada. Combinado con una capa interna de aluminosilicato, la resistencia a piedras es tan alta como 10 veces la del parabrisas de cristal de cal sodada.

Con una capa de plástico de 0.38, se consigue un espesor total máximo de 3.48. Incluso composiciones más delgadas son posibles. También debe observarse que la densidad del vidrio de borosilicato es menor que la del vidrio cal sodada. Borosilicato es un 12% más ligero logrando un ahorro de peso adicional.

En comparación con el parabrisas de 4.5 mm antes mencionado, el parabrisas de esta sección transversal es 3 kg más ligero por metro cuadrado. Con una capa externa de borosilicato de .6 mm se aumenta el ahorro de peso a 3.6 kg por metro cuadrado.

El típico impacto con piedras deja un defecto en el vidrio que tiene en promedio de 20-30 μm de profundidad. Para mejorar adicionalmente la resistencia a la viruta de piedra se puede aplicar una capa dura sobre la superficie exterior **1** de la capa exterior **12**. Tales recubrimientos se conocen bien en el estado de la técnica. Pueden aplicarse mediante pulverización por vacío, recubrimiento por pulverización, recubrimiento por inmersión o por cualquier otro medio de recubrimiento suficiente conocido en la técnica. Un método sol-gel es preferido para la aplicación fácil del revestimiento mediante revestimiento por pulverización o inmersión y el revestimiento puede curarse durante el proceso de curvado. El recubrimiento duro sirve para absorber energía adicional del impacto y limita adicionalmente la profundidad del defecto evitando la falla de la capa de vidrio en casi todos los casos excepto los más severos.

Para añadir propiedades solares, las superficies 1, 2, 3 ó 4 pueden revestirse con un recubrimiento que refleje o absorba calor o que funcione en alguna combinación de las dos. De nuevo, pueden utilizarse cualesquiera medios conocidos en la técnica tales como un revestimiento metálico pulverizado por vacío, uno pirolítico, un sol-gel u otros. Alternativamente, se puede añadir al laminado una capa de película que refleje o absorba calor o funcione en alguna combinación de los dos.

Para aumentar aún más la utilidad al cliente final, se pueden incluir recubrimientos adicionales sobre la superficie 4 de la capa interna de vidrio. Esto incluye pero no se limita a recubrimientos anti-reflejo, de fácil limpieza, resistentes a marcas dactilares y de autolimpieza. De nuevo, se puede usar cualquier medio conocido en la técnica tal como un revestimiento metálico pulverizado por vacío, uno pirolítico, un sol-gel u otros según sea apropiado para el tipo de revestimiento seleccionado. Sin embargo, cualquier recubrimiento de este tipo debe realizarse después de que el vidrio haya sido curvado y químicamente templado. La mayoría de los revestimientos interferirán o serán dañados por el proceso de templado químico.

Modalidad 1

Capa exterior

Vidrio de borosilicato de 2,1 mm con revestimiento de resistencia al rayado en la superficie 1 y con recubrimiento IR sobre la superficie 2

Capa de plástico

0.76 mm PVB

Capa Interna

Vidrio de aluminosilicato de 0.7 mm con revestimiento antirreflectivo, anti-huellas dactilares y fácil de limpiar en la superficie 4

Modalidad 2

Vidrio de borosilicato de 1.75 mm con revestimiento de resistencia al rayado en la superficie 1 y con recubrimiento IR sobre la superficie 2

Capa de plástico

0.76 mm PVB

Capa Interna

Vidrio de aluminosilicato de 0.55 mm con revestimiento antirreflectivo, anti-huellas dactilares y fácil de limpiar en la superficie 4

Modalidad 3

Vidrio de borosilicato de 1.6 mm con revestimiento de resistencia al rayado en la superficie 1 y con recubrimiento IR sobre la superficie 2

Capa de plástico

0.38 mm PVB

Capa Interna

Vidrio de aluminosilicato de 0.3mm con revestimiento antirreflectivo, anti-huellas dactilares y fácil de limpiar en la superficie 4

Modalidad 4

Vidrio de borosilicato de 1.75 mm con revestimiento de resistencia al rayado en la superficie 1 y con recubrimiento IR sobre la superficie 2

Capa de plástico

0.76 mm PVB

Capa Interna

Vidrio de aluminosilicato de 0.55 mm con revestimiento antirreflectivo, anti-huellas dactilares y fácil de limpiar en la superficie 4

Las diferentes formas de la invención que han sido mostradas y descritas en este documento representan modalidades preferidas ilustrativas, y se entiende que podrán realizarse varios cambios sin apartarse del concepto central de la invención tal como se define en la siguiente sección de reivindicaciones.