

MÉTODO Y APARATO PARA CURVAR VIDRIO DELGADO

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al campo de laminados de peso ligero para automóviles y, más particularmente, a un método y aparato mejorados para curvar vidrio delgado.

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 clave de la 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. El vidrio automotriz no ha sido la excepción a esta tendencia.

Durante muchos años, el parabrisas de automóvil estándar ha tenido 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 vidrio de soda-y cal estándar, 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.

Sin embargo, hay límites en cuanto a que tan delgados pueden ser los vidrios de un auto. El estrés bajo la carga del viento siempre ha sido un factor. Con la tendencia hacia el aumento en el tamaño de parabrisas en particular, la carga del viento es aún más una preocupación. El vidrio también se está convirtiendo en un elemento estructural en cada vez más vehículos. El vidrio contribuye a la rigidez y la fuerza 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 de butilo blandos, 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, una capa interna de 1.6 mm y una capa intermedia de plástico de 0.76 mm que suman un poco menos de 4.5 mm de espesor total se están volviendo comunes. Esto puede estar cerca del límite de lo que se puede hacer con vidrio recocido convencional de soda y cal.

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 de vidrio roto se mantienen juntos como las piezas de un rompecabezas. Un vehículo con un parabrisas roto todavía puede ser operado. Al impactar, la capa de plástico también ayuda a evitar la penetración del ocupante o de los objetos que golpean el laminado desde el exterior.

El vidrio reforzado térmicamente, con una resistencia a la compresión en el rango de 10.000 PSI, se puede utilizar en todas las zonas 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. 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 valores de espesor permitidos para un típico proceso automotriz de termoendurecido van de 3.2 mm 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. Afortunadamente, hay otros materiales y procesos disponibles.

El vidrio puede ser templado químicamente. En este proceso, los iones en y cerca de la superficie exterior del vidrio se intercambian con iones que son más grandes. Esto coloca la capa exterior de vidrio en compresión. La resistencia máxima del vidrio químicamente templado de soda y cal es limitada. Sin embargo, con algunas otras composiciones de vidrio, son posibles resistencias a la compresión superiores a 100 k PSI. La práctica del vidrio químicamente templado es bien conocida por los expertos en la técnica y no se detallará aquí.

A diferencia del vidrio templado térmicamente, el vidrio químicamente templado se rompe en fragmentos en lugar de perlas de vidrio. Esta propiedad permite su uso en parabrisas. Sin embargo, para un vidrio de parabrisas estándar de espesor mayor o igual a 2.0 mm, aplicar un proceso de temple químico lo volvería realmente 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 1.1 mm o menos.

La mayoría de los vehículos en la carretera hoy en día tienen parabrisas que se hicieron utilizando el proceso de flexión por gravedad. En este proceso, las capas de vidrio que forman el parabrisas se colocan sobre un molde, que sostiene el vidrio cerca de los bordes, y se calienta. El vidrio se ablanda y toma la forma del molde. A veces, para formas más complejas, la gravedad es asistida por presión neumática y/o presión de superficie parcial o total. Como las capas de vidrio a laminar son curvadas en conjuntos, las superficies, mientras que pueden tener una variación sustancial de parabrisas a parabrisas, son una coincidencia casi perfecta.

Una porción cada vez mayor de parabrisas son hechos por un proceso de prensado de lámina por lámina. Con este proceso, las hojas individuales de vidrio se curvan usando una prensa para dar la forma al vidrio. La forma resultante está mucho más cerca del diseño y el proceso puede mantener tolerancias más estrictas a través de la superficie. Pero si laminamos estas

hojas de vidrio individualmente prensadas, la variación de superficie a superficie puede presentar un mayor problema que los consecuentes del curvado por gravedad. El vidrio delgado es difícil de curvar usando cualquiera de estos procesos de curvado.

Durante el curvado por gravedad, los bordes de las láminas de vidrio tienen una tendencia a levantarse del molde y formar arrugas. Si las capas de vidrio son de composiciones diferentes, con puntos de reblandecimiento demasiado alejados, puede no ser posible curvar por gravedad, ya que el vidrio con el punto de reblandecimiento más bajo se volverá demasiado blando, lo que conducirá a marcado y distorsión. En este caso, los diferentes tipos de vidrio deben curvarse por separado.

Sin embargo, el prensado de lámina por lámina también tiene otros inconvenientes. El vidrio es transportado a través de la sección de calentamiento en los rodillos. El vidrio delgado tiende a curvarse bajo su propio peso, lo que provoca que el borde delantero pueda golpear los rodillos e incluso caer a través de los mismos. Como puede apreciarse, se necesita un proceso mejor.

Descripción de los Dibujos

La figura 1 es una vista del molde de curvado hembra;

La figura 2 es una vista del molde de curvado hembra con una lámina plana de vidrio que tiene un punto de transición vítrea más alto que el vidrio delgado a curvar;

Figura 3 es una vista del molde hembra de curvado con la lámina de vidrio con el punto de transición vítrea más alto curvada según la forma del molde;

La figura 4 es una vista del molde de curvado hembra cargado con vidrio plano delgado;

La figura 5 es una vista en detalle del molde de curvado hembra cargado con vidrio plano delgado;

La figura 6 es una vista detallada del molde con el anillo macho en su sitio;

La figura 7 es una vista de la cámara macho superior en posición elevada;

La figura 8 es una vista de la cámara macho superior junto con el molde;

La figura 9 es una vista de la cámara inferior;

La figura 10 es una vista de toda la superficie del molde hembra.

Números de referencia

2	Base del molde de curvado	30	Orificios de vacío
4	Anillo hembra del molde de curvado	32	Entrada de aire de la cámara superior
6	Vidrio delgado	34	Vista del reverso de la cámara superior
8	Molde de anillo macho	36	Vista del reverso de la cámara inferior
20	Lámina de vidrio plana utilizada para formar el molde hembra de superficie completa	38	Entrada de vacío del la cámara superior
22	Molde hembra de superficie completa		

Descripción detallada de la invención

Con referencia ahora en detalle a la modalidad ilustrativa representada en los dibujos adjuntos para llevar a cabo esta invención, la FIG. La figura 1 muestra una base de molde de curvado **2** y un anillo hembra de molde de curvado **4** para curvar láminas de vidrios. Debe tenerse en cuenta que la base del molde **2** puede variar su forma, geometría, dimensiones y área dependiendo del tipo de vidrio que se requiera fabricar. La base de molde **2** se muestra como referencia, pero debe tenerse en cuenta que puede utilizarse cualquier tipo de base para llevar a cabo la invención.

Para llevar a cabo el método de la presente invención, debe formarse un molde hembra. El método y aparato de la presente invención evitan arrugas en el vidrio y proporcionan uniformidad para formar las láminas de vidrio. Una lámina plana de vidrio **20** con mayor punto de transición vítrea que el vidrio delgado que se desea curvar tendrá que ser proporcionada en la base del conjunto de láminas de vidrio. La lámina plana de vidrio **20** puede ser curvada por separado utilizando otra herramienta.. En modalidades adicionales de la presente invención, el vidrio plano **20** , como se muestra en la Fig. 3, está sujeto a su punto de transición vítrea, de manera que se curva para tomar la forma del anillo hembra **4** del molde de curvado. Una vez que el vidrio **20** ha alcanzado la forma del anillo **4**, se deja enfriar. Una vez que el vidrio **20** se ha dejado enfriar, sirve como un molde hembra **22** de superficie completa al prensar los vidrios delgados, como puede verse en la Fig. 4. Alternativamente, puede usarse otro tipo de moldes, por ejemplo, se puede fabricar un molde

con superficie completa de cerámica o metal y usarse como molde para llevar a cabo el método de la presente invención. El molde **22** hembra de superficie completa puede formarse por cualquier medio y de cualquier material adecuado conocido en la técnica.

Como puede verse en la Fig. 5, se cargan una o más láminas de vidrio delgado **6** y se colocan sobre el molde hembra **22** de superficie completa. Debe tenerse en cuenta que el número de hojas que pueden curvarse al mismo tiempo dependerá del espesor del vidrio y de la complejidad de la forma. A continuación, las láminas de vidrio delgadas **6** tenderán a hundirse y a ajustarse a la periferia del molde hembra **22** bajo su propio peso.

Como puede verse en la Figura 6, un molde de tipo de anillo macho **8** se coloca luego sobre la pila de vidrio delgado **6**. El anillo macho **8** sirve para sujetar el borde del cristal delgado **6** hacia abajo, evitando el arrugado. En modalidades adicionales, el anillo macho **8** se mantiene en su sitio por su propio peso, o puede añadirse peso adicional al anillo macho **8** si es necesario. Además, se puede utilizar abrazaderas para asegurar que las hojas de vidrio delgado **6** se ajusten al anillo hembra **22** si es necesario (no mostrado). En modalidades preferidas, el molde de anillo macho **8** está abierto para permitir el calentamiento radiante del vidrio delgado **6** y acelerar el tiempo de ciclo. Este paso evita que las arrugas se formen cerca de los bordes del cristal delgado **6**. Los bordes del anillo macho **8** y del anillo hembra **4** pueden cubrirse con un material que sea más blando que el vidrio para evitar el marcado del vidrio.

Opcionalmente, después que el vidrio delgado **6** ha cedido a un punto pre-determinado, se desciende una placa de refuerzo **34** y se acopla sobre el anillo macho **8**, de este modo se encierra un volumen de aire y se forma una cámara como se muestra en la figura 7. la cámara es entonces presurizada neumáticamente y luego calentado por medio de un flujo de aire caliente que ingresa por la entrada de aire de la cámara superior **32**. El calor obliga al vidrio delgado **6** a tomar la forma del molde hembra **22** de superficie completa.

En modalidades adicionales, como la mostrada en la Fig. 8 la cámara macho superior **34** se presuriza utilizando aire caliente, obligando al vidrio delgado suave **6** a ajustarse al molde hembra **22** de superficie completa. El punto de aplicación, duración, temperatura y presión del aire son variados según sea necesario para obtener la forma deseada. La aplicación de

calor debe realizarse hasta alcanzar el punto de transición vítrea. Opcionalmente, el anillo hembra inferior puede encerrarse para formar una cámara como se muestra en la FIG. 9.

Además del paso anterior o en su lugar, se puede aplicar vacío al molde hembra de superficie completa **22** para presionar y ayudar con el curvado del vidrio delgado **6**. También se puede aplicar vacío al vidrio frío para ayudar al vidrio a ajustarse a la forma del anillo y/o en cualquier punto durante el curvado, utilizar los agujeros de vacío **30** mostrados en la figura 10. El proceso de vacío puede utilizarse solo o en conjunto con la cámara macho superior **34**. Opcionalmente, en lugar de o además de los agujeros **30**, un anillo de vacío puede colocarse en el molde hembra de superficie completa **22** y el vidrio delgado **6**.

El método de la presente invención tiene una serie de ventajas:

- La asistencia neumática y/o de vacío ayuda a disminuir el tiempo de ciclo de curvado hasta la mitad.
- El molde macho tipo anillo evita la formación de arrugas.
- El molde macho tipo anillo también sirve para fijar el vidrio delgado en su lugar y evitar que se flexione antes de tiempo.
- El uso de un molde para curvado de vidrio de superficie completa reduce el costo en herramientas en comparación a una máquina de corte o molde de fundido.
- El uso del molde hembra de superficie completa resulta en un control de superficie dimensional suficiente para permitir la laminación de capas de diferentes tipos de vidrio que no fueron curvadas en el mismo molde al mismo tiempo, aumentando la capacidad de curvado de vidrio delgado.
- La presente invención mejora el rendimiento especialmente en la óptica debido a la reducción de temperatura.
- La presente invención mejora la transmisión óptica debido a una temperatura reducida. También mejora la reflexión
- La presente invención también mantiene en posición los bordes del vidrio durante todo el proceso de curvado.

En una primera modalidad, una hoja de vidrio de silicato de litio con 8 mm de espesor se utiliza como material para el molde hembra de superficie completa **22**. El vidrio **20** se forma en un molde de cerámica fundida. El vidrio curvado **20** se apoya luego en el molde hembra

tipo anillo 4 y sirve como prensa hembra de superficie completa. El molde hembra de superficie completa 22 se cubre con una tela de capa de vidrio 6 para ayudar a evitar la creación de marcas en el vidrio delgado. Tal prensa puede utilizarse para al menos varios cientos de ciclos de curvado. Seis hojas de 0,7 mm de vidrio de aluminosilicato 6 se colocan en el molde hembra de superficie completa 22. Luego se coloca el anillo macho 8. El borde del anillo macho 8, que entra en contacto con el vidrio delgado 6, se cubre con una tejido de vidrio o un material equivalente para evitar la creación de marcas en el vidrio delgado. No se requiere utilizar un peso adicional o fijadores para mantener el anillo macho 8 en su lugar, sin embargo es posible que sea necesario en algunas partes.

En una segunda modalidad, se repiten los pasos de la primera modalidad. Cuando el vidrio delgado 6 se calienta y se ablanda, el reverso de la cámara 34 se baja sobre el anillo macho 8. La cámara se presuriza utilizando aire caliente desde un soplador de baja presión. La presión neumática fuerza al vidrio delgado ya blando 6 a tomar la forma de la superficie completa del molde hembra 22.

Para una tercera modalidad, los pasos de la primera modalidad se repiten y se aplica vacío a la cámara hembra de superficie completa 36 para ayudar al curvado del vidrio delgado 6.

Para una cuarta modalidad, los pasos de la modalidad dos se repiten y se aplica vacío a la cámara hembra de superficie completa 36 para ayudar al curvado del vidrio delgado 6.

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.