

MOLDE DE CURVADO DE VIDRIO DE BAJO COSTO

Campo de la Invención

- 5 Esta invención se refiere al campo del proceso de vidrio laminado curvado.

Resumen de la invención

- Un gran porcentaje de vidrios laminados curvados que se fabrican cada año en todo el mundo se producen utilizando el proceso de curvado por gravedad. Inconvenientes inherentes al proceso incluyen el costo de los moldes requeridos, la marcación del vidrio por el molde y la falta de control preciso de superficie. Mediante el uso de un molde cerámico económico para curvar una hoja de vidrio que tiene una temperatura de curvado más alta que la del vidrio a utilizar en el producto fabricado, se produce una hembra de vidrio que luego proporciona los medios para producir un molde de curvatura completa de superficie por gravedad que produce partes que tienen calidad superior, óptica y control dimensional.

Descripción del estado del arte

- Un gran porcentaje de laminados de vidrio curvado fabricados cada año en todo el mundo se producen utilizando el proceso de curvado por gravedad, en el que el vidrio soportado cerca de los bordes, se calienta y cede plásticamente tomando la forma del molde debido a la fuerza de la gravedad que actúa sobre la masa del vidrio. El proceso ha estado en uso durante muchos años y es bien conocido en la técnica. El curvado por gravedad es el método típico utilizado para fabricar parabrisas y otros cristales laminados para automóviles.

- El proceso de curvado por gravedad permite curvar dos o más láminas planas de vidrio al mismo tiempo. La herramienta utilizada se conoce como molde de curvatura (Figuras 1, 2 y 3).

30

Un molde de curvatura típico comprende una estructura de soporte conectada a un anillo metálico hembra que apoya el vidrio en toda su periferia. El anillo está desplazado hacia adentro desde el borde del vidrio, típicamente en un rango de 6 mm a 12 mm. El anillo se

construye típicamente de 3 mm - 6,3 5 mm x 25 - 100 mm de acero inoxidable 304 de material laminar plano o de hoja o equivalente.

La figura 1B muestra un ejemplo de un molde de curvatura (7) en el que la orientación del vidrio curvado es tal que los puntos de esquina inferior y superior del vidrio curvado están nivelados y horizontales. El vidrio frío plano sin doblar (10) se carga sobre el molde (7) y soportado en cuatro puntos de contacto (9). El molde de curvatura (7) y el vidrio (10) se calientan. En el rango de la temperatura de transición vítrea, el vidrio se deja curvar bajo su propio peso (curvado por gravedad) hasta obtener la forma deseada. El anillo de soporte de periferia (8) proporciona al vidrio la forma deseada para encajar en una abertura de vehículo. A medida que se hace contacto con la superficie del vidrio únicamente alrededor de la periferia, la forma en todas las demás áreas del vidrio se controla por medio de temperatura, disipadores de calor y escudos térmicos. Como es de esperar, la precisión dimensional de las porciones del vidrio en contacto directo con el anillo de soporte de periferia (8) es mucho mejor que en otras áreas. Frecuentemente, las porciones internas del vidrio tienden a permanecer relativamente planas. Esta forma se conoce como forma de "bañera" y es típica de muchos parabrisas curvados por gravedad. Si el cristal se calienta demasiado en la parte interior, el vidrio puede hundirse demasiado y caerse del anillo. Este es uno de los inconvenientes del curvado por gravedad.

20

Otro inconveniente resulta de los puntos de contacto. Mientras que el vidrio frío cederá parcialmente bajo su propio peso al contorno del anillo de soporte de periferia (8) antes de calentarse, el contacto y soporte es esencialmente un contacto puntual (en vez de línea o superficie). El peso total del vidrio se soporta inicialmente sólo en los cuatro puntos de contacto. A medida que el vidrio se ablanda, los puntos de contacto pueden dejar marcas en la superficie del vidrio. Además, cuando el vidrio se hunde y se ajusta a la forma del anillo, la superficie del vidrio se desplaza en relación con el anillo de soporte periférico (8), que también puede dejar marcas en el vidrio. Esto resulta en un defecto conocido como marca de molde. En el pasado, la marca de molde se ocultaba con molduras o perfiles decorativos aplicados al cristal instalado. Las tendencias de diseño más recientes han eliminado esto, favoreciendo una vista vidriosa rasante con un borde expuesto del vidrio. Esto ha requerido modificaciones al molde de curvatura tal como la aplicación de un material suave de resistencia térmico, tal como tela de fibra de vidrio al anillo y puntos de contacto, todos los cuáles son artículos de alto mantenimiento y costo agregado.

30

En algunos diseños de vidrio, cuando se nivelan en los puntos de las esquinas, la línea central vertical del parabrisas puede quedar muy lejos del nivel a doblar. Si la parte de la línea central curvada no se sienta también cerca del nivel sobre el molde de curvatura, el vidrio tenderá a moverse sobre el molde a medida que el molde de curvatura se desplaza a través del horno de curvado. En estos casos, el anillo debe ser modificado, incluyendo las secciones móviles articuladas. Para ello, el molde de curvatura se corta en tres secciones, la sección central (8'), a lo largo del borde superior e inferior y las dos secciones de ala (18), en las zonas pilares. Los puntos donde se realizan los cortes a lo largo del anillo se seleccionaron de tal manera que el vidrio (10) descansará en el plano horizontal en los puntos de corte. Esto permite que la línea central vertical de la pieza descansa en posición horizontal. Las secciones laterales articuladas del ala están conectadas a las secciones centrales internas estacionarias del anillo por medio de un mecanismo de bisagra diseñado para hacer girar las secciones de ala a una posición abierta, de manera que los puntos de esquina del vidrio se sitúan en el plano formado por los puntos de corte interior con el molde en la posición abierta. En la posición abierta, el vidrio plano está soportado en ocho puntos (9 ') lo cual mejora el soporte.

Las Figuras 2 y 3 muestran un molde articulado curvado en las posiciones de apertura completa (Figuras 2A y 2B) y posiciones de cierre completo (Figuras 3A y 3B). El vidrio plano (10) se carga sobre el molde de curvatura abierto, con el molde que soporta el vidrio en ocho puntos (9') y luego se calienta. A medida que el vidrio se ablanda y se hunde, las partes articuladas del molde de curvatura se desplazan a la posición cerrada.

Otros inconvenientes incluyen el alto coste inicial de la herramienta de moldeo por curvado y el alto coste de mantenimiento. La fabricación de un molde de curvatura es laboriosa, requiriendo muchas horas de mano de obra especializada para convertir la lámina de metal en la forma tridimensional del vidrio. Mientras un solo molde de producción puede ser usado para una producción de volumen extremadamente baja, cincuenta o más moldes se pueden requerir para llenar un horno de curvado usado para ejecutar una operación de gran volumen.

30

Se requiere mantenimiento constante durante la producción. La construcción de acero soldado tiende a ser inestable con el tiempo debido al calentamiento y enfriamiento repetido. Esto implica otra fuente no deseada de variación en el producto de vidrio final donde las tolerancias

dimensionales son desafiantes. Los moldes deben ser revisados de manera periódica para precisión y deben ser ajustados según sea necesario.

5 Para muchos diseños automotrices, el curvado por gravedad no tiene la capacidad de producir partes aceptables, debido a la falta de precisión. Si bien el vidrio puede encajar en la abertura, la forma de "bañera" puede conducir a problemas para mantener la ventana libre de agua, nieve y hielo, debido a la incapacidad de los limpiaparabrisas para seguir el contorno de la superficie y la abrupta tasa de cambio en curvatura. La forma es especialmente un problema cuando el barnizado se va a usar junto con sistemas de cámara, pantallas de aviso y otros dispositivos que
10 requieren un alto nivel de claridad óptica.

Para satisfacer estas necesidades, los laminados se deben producir usando un proceso de curvado de superficie completa o parcial. Este tipo de curvado tiene un control dimensional superior pero un costo más alto, un menor rendimiento y no es adecuado para vidrio muy
15 delgado, ya que el vidrio se calienta sobre rodillos en algunas implementaciones.

Breve resumen de la invención

Las limitaciones de la técnica anterior se superan mediante un nuevo método utilizado para
20 curvar una lámina de vidrio de alta temperatura de curvado (HBT) hasta la forma deseada. Un molde de HBT sustituye al anillo de soporte de periferia metálica de un molde de curvatura convencional. Esto reduce sustancialmente el costo inicial del molde de curvatura, ya que la conformación del anillo es un trabajo laborioso. El mantenimiento de la rutina también se reduce sustancialmente, ya que el molde HBT es dimensionalmente estable y no necesita ser
25 revisado periódicamente para determinar su precisión o ser ajustado. Si el molde HBT necesita ser reemplazado, el molde puede ser rápidamente reacondicionado con un nuevo molde HBT y retornar a su funcionamiento.

El molde HBT se forma al construir un molde de arena hembra sobre un modelo macho de la superficie a doblar. El molde de arena se carga con una lámina plana de HBT y se coloca en
30 un horno, el cual se dobla a la forma deseada. Luego se verifica HBT, el HBT curvado se monta en una estructura de soporte y se utiliza para curvar el vidrio con menor temperatura. Si es necesario, el HBT se puede cortar para hacer un molde articulado.

Este nuevo método permite obtener vidrio curvado sin marcas de molde a costos reducidos y en donde las herramientas utilizadas, incluyendo los moldes, requieren un bajo mantenimiento, pudiendo soportar procesos de manufactura durante largos periodos de tiempo. Adicionalmente, este método proporciona vidrio curvado con control preciso de superficie completa y control dimensional superior.

Breve Descripción de los Dibujos

1A	Estado del arte: Estilo de anillo de plegado de esquina de hierro
1B	Estado de la Técnica Anterior: Vista isométrica del molde de curvatura con molde de anillo con vidrio plano cargado.
2A	Estado de la Técnica Anterior: Vista frontal del molde de curvatura de anillo con secciones de ala articuladas y con vidrio plano cargado.
2B	Estado de la Técnica Anterior: Vista isométrica del molde de curvatura de anillo con secciones de ala articulada y con vidrio plano cargado.
3A	Estado de la Técnica Anterior: Vista frontal del molde de curvatura de anillo con vidrio curvado.
3B	Estado de la Técnica Anterior: Vista isométrica del molde de curvatura de anillo con vidrio curvado.
4	Vista isométrica de la herramienta maestra de superficie macho
5	Vista isométrica del maestro de superficie macho con caja de molde de arena en su lugar
6	Vista isométrica de la caja de molde llena
7	Vista isométrica del molde de cerámica hembra fundido
8	Vista isométrica del molde de cerámica hembra fundido cargado con vidrio plano
9A	Vista isométrica de vidrio de alta temperatura de curvado
9B	Vista isométrica del molde de cerámica hembra cargado con vidrio curvado
10A	Molde hembra de flexión de curvatura completa de cristal de superficie a alta temperatura del cargado con vidrio plano de baja temperatura: detalle de la esquina.
10B	Molde hembra de flexión de curvatura completa de superficie a alta temperatura de curvado cargado con vidrio plano de baja temperatura de curvado.

11A	Molde hembra de flexión de curvatura completa de superficie a alta temperatura de curvado cargado con vidrio curvado de baja temperatura de curvado: detalle de la esquina.
11B	Molde hembra de flexión de curvatura completa de superficie a alta temperatura de curvado cargado con vidrio curvado de baja temperatura de curvado.
12A	Molde hembra de flexión de curvatura completa de superficie a alta temperatura de curvado: detalle de la esquina.
12B	Molde hembra de flexión de curvatura completa de superficie a alta temperatura de curvado cargado con vidrio plano de baja temperatura de curvado.
13A	Vista isométrica: Molde hembra de flexión de curvatura completa de superficie en posición cerrada.
13B	Vista frontal: molde hembra de flexión de curvatura completa de cristal de superficie a alta temperatura en posición cerrada
14A	Vista isométrica: molde hembra de flexión de curvatura completa de cristal de superficie a alta temperatura en posición abierta
14B	Vista frontal: molde hembra de flexión de curvatura completa de cristal de superficie a alta temperatura en posición abierta.

Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona un método para fabricar un molde de curvatura hembra de superficie completa para la producción de vidrio curvo, utilizando un molde de arena.

Hay muchos materiales que se clasifican como vidrio. El vidrio, tal como se utiliza en este documento, incluye pero no se limita a: la variedad común de acristalamiento automotriz típica soda-lima, así como aluminosilicato, aluminosilicato de litio, borosilicato, vitrocerámica y otras composiciones amorfas sólidas inorgánicas que experimentan transición vítrea y se clasifican como vidrio, incluidas las que no son transparentes. El término vidrio también se refiere a materiales cerámicos que se asemejan al vidrio.

El principio básico sobre el que se basa la invención, es que los diferentes tipos de vidrios tienen diferentes rangos de temperatura de transición vítrea. En primer lugar, se selecciona un vidrio HBT que tiene un rango de temperatura de transición que es suficientemente mayor al

rango de transición del vidrio que se doblará para el producto final. A la temperatura de transición más baja del vidrio que se doblará, el HBT debe conservar su forma y resistencia. Por ejemplo, en el caso de operaciones de curvado de vidrio soda lima ordinario o vidrio de borosilicato, ciertas formulaciones de vidrio de aluminosilicato de litio cumplen los criterios de un HBT.

Para proporcionar la forma precisamente deseada al HBT, primero se hace un molde de arena. Los moldes de arena se han utilizado durante más de 100 años en la industria de la fundición y son bien conocidos en la técnica. Existen numerosos métodos y materiales para producir moldes de arena, cualquiera de los cuales puede ser utilizado. Debido a que la temperatura de operación para curvar el vidrio es sustancialmente menor a que el molde típico utilizado para fundiciones metálicas, algunos métodos y materiales son más económicos que otros.

Un modelo de superficie macho (Figura 4) se corta de madera o de cualquier otro material moldeable adecuado. El modelo está encerrado en una caja (2, Figura 5) que tiene una parte superior abierta y lados de metal o madera con la resistencia suficiente, para contener la arena que se utilizará para llenar la caja. La caja se llena entonces con la mezcla de arena (3, figura 6), la cual es compactada firmemente en su lugar para eliminar vacíos y luego se cura. El molde de arena está invertido (Figura 7). Se retira la caja y el modelo macho, dejando un molde de arena hembra (4).

Pueden utilizarse otros materiales y procedimientos, que incluyen pero sin limitarse a, cerámicas moldeables, las cuales se pueden usar para producir formas HBT curvadas equivalentes.

Una lámina de HBT plano (5) se carga sobre el molde (Figura 8). El molde se calienta a la temperatura de transición vítrea del HBT, durante un periodo de tiempo suficiente para permitir que el HBT plano se doble y adopte la forma del molde de arena. El vidrio se deja enfriar lentamente y se hace un recocido.

Se elimina el HBT curvado (6) (Figuras 9A y 9B) y luego se utiliza como un molde de curvatura de superficie completa, unido a una estructura de soporte (Figuras 10A y 10B). La estructura puede estar hecha de un anillo, similar al molde de curvatura de la técnica anterior (Figura 11),

o cualquier otra estructura adecuada, como se muestra en la Figura 12. Las Figuras 13 y 14 muestran un soporte de tipo anular articulado con el HBT.

Ejemplo 1 - Fabricación de un modelo macho de superficie 3D

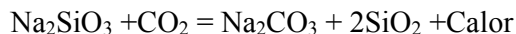
Un modelo de superficie macho 3D se corta a partir de madera, resina o cualquier otro material de utillaje adecuado, preferiblemente mediante el uso de una fresadora de 5 ejes. La superficie del modelo debe tener un muy buen acabado liso, ya que un molde de arena hembra será directamente copiado de él.

El modelo en 3D tiene la forma del vidrio macho deseada la cual se transferirá a la arena.

Ejemplo 2 - fabricación de un molde de arena hembra

Una caja se construye alrededor del modelo 3D macho para soportar la arena. La caja puede ser fabricada a partir de metal o madera como un proceso a temperatura baja utilizado para curar la cerámica. La caja debe tener la misma altura/espesor deseados para el molde de arena.

Una mezcla que consta de 85-95% de arena de sílice y 5-15% de una solución de 50/50 agua y silicato de sodio se utiliza para producir el molde de arena hembra. El silicato de sodio es un aglutinante de alta resistencia utilizado con arena de moldeo de sílice. Para curar el aglutinante de silicato de sodio, se utiliza dióxido de carbono gaseoso, el cual crea la siguiente reacción:



La arena utilizada debe tener un tamaño de partícula adecuada para alcanzar una superficie lisa pero a la vez permitiendo que el gas de CO₂ se infiltre en la arena y la endurezca.

Después de mezclar los componentes, la mezcla de arena se vierte sobre el modelo de resina/ madera 3D llenando la caja del marco.

Después de compactar homogéneamente la arena, el exceso se retira de la caja pasando un borde recto contra los bordes de la caja.

Se aplica CO₂ gaseoso para endurecer y curar la arena pre-mezclada y compactada. El molde de arena hembra está listo para ser usado, después de ser invertido y la caja removida.

Ejemplo 3 - fabricación de HBT doblado

Se carga una lámina plana de HBT sobre el molde de arena hembra. El molde y HBT se colocan en el horno de curvado. En el caso de vidrio de aluminosilicato de litio, se usa una temperatura entre 640°C y 670°C. El tiempo de curvado debe ser el suficiente para que el vidrio adopte la forma del molde de arena.

5

El HBT curvado se fija entonces a un soporte para formar el molde de curvatura de bajo costo de la invención, que se utiliza luego en el procedimiento de curvado para vidrio de temperatura de transición inferior estándar. La estructura de soporte puede comprender un soporte de tipo anular o el HBT puede estar unido a cualquier otra estructura adecuada. Es posible que el HBT
10 tenga que estar cubierto con una delgada tela metálica o cerámica para evitar que el vidrio de baja temperatura se adhiera al HBT durante la flexión.

Ejemplo 4 – fabricación de vidrio de baja temperatura de transición vítrea

15 Se cargan en el molde hembra un conjunto de capas cortadas de vidrio soda lima. El molde viaja a través de un horno de curvado donde el vidrio y el molde se calientan en el rango de temperatura de transición vítrea del vidrio de soda lima. El vidrio soda lima toma la forma superficial del HBT. El perfil de temperatura y el tiempo se controla con precisión para lograr la forma y óptica óptimas. Luego, el vidrio se enfría lentamente por debajo del rango de
20 temperatura de transición vítrea para aliviar la tensión y recocer el vidrio. El vidrio curvado se retira del molde de curvatura HBT y el proceso se repite con nuevo vidrio plano de soda lima.

Debe entenderse que esta invención no está limitada a las modalidades descritas e ilustradas anteriormente. Un experto en la técnica entenderá que se pueden llevar a cabo numerosas
25 variaciones y modificaciones que no se apartan del espíritu de la invención, que sólo está definido por las siguientes reivindicaciones.