

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 950**

51 Int. Cl.:

B24B 9/10 (2006.01)

C03C 19/00 (2006.01)

B32B 17/10 (2006.01)

C03B 27/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2017 PCT/FR2017/051039**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.11.2017 WO17191401**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2017 E 17725321 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3452252**

54 Título: **Conformado de vidrio después de temple**

30 Prioridad:

03.05.2016 FR 1653984

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

08.10.2020

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**DECOURCELLE, ROMAIN;
BAQUET, ERWAN y
SWIDERSKI, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 785 950 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Conformado de vidrio después de temple

La invención se refiere al ámbito de la fabricación de placas que comprenden una lámina de vidrio mineral reforzada térmicamente y conformada.

5 Habitualmente, una lámina de vidrio mineral se conforma antes de cualquier refuerzo térmico. El conformado es cualquier operación que produce una retirada o eliminación de materia como un corte, una mecanización, un amolado o un pulido. En efecto, las personas expertas en la técnica aceptan que un refuerzo térmico produce tales tensiones en el vidrio que cualquier proceso de conformación ejercido directamente sobre el vidrio reforzado térmicamente conduce a la rotura brutal y total de la lámina, con formación de una multitud de pequeños trozos. Así, para las
10 personas conocedoras de la técnica, cualquier operación de mecanización (corte o conformado) se hace teóricamente imposible por el estado de tensión interna del vidrio reforzado térmicamente. Según la técnica anterior, cualquier error en las dimensiones de la placa de vidrio no puede, por tanto, corregirse después de la operación de endurecimiento térmico.

15 Además, cuando se monta un laminado de varias láminas de vidrio reforzadas térmicamente, pueden aparecer desajustes en el borde de una lámina respecto de otra. Esta diferencia o desajuste en el borde de una lámina respecto de otra a veces no es aceptable, sobre todo si la estética del producto impone que el borde esté libre, es decir, que no esté cogido en un rebajo ni escondido en una junta. Habitualmente, las personas expertas en la técnica no corren el riesgo, sin embargo, de alinear los bordes de las láminas mediante amolado o desbaste por el miedo de provocar la rotura del acristalamiento laminado.

20 Por último, la preparación de una placa con un conformado particular, en especial del tipo Clip'In®, según el cual se realiza una ranura en el canto de una lámina de vidrio y de forma paralela a las caras principales del vidrio (ver este tipo de montaje en el documento de la patente WO2007/135335), generalmente está condicionada en el establecimiento industrial en el que se realiza el conformado. Según la técnica tradicional, el conformado se debe realizar antes de la etapa de endurecimiento térmico. Los establecimientos industriales que realizan este conformado y no disponen de medios de endurecimiento térmico deben, de este modo, realizar el conformado Clip'In® sobre los
25 vidrios con su dimensión, luego enviarlos a otra instalación industrial para que sufran allí el endurecimiento térmico, para, por último, hacerlos volver al sitio precedente antes de su envío al cliente. De este modo, la logística y los plazos de producción resultan muy impactados por esta restricción de no poder realizar la operación de conformado sobre vidrios con la dimensión adecuada que hayan experimentado ya la operación de tratamiento térmico.

30 El documento de la patente WO2008020509 A1 hace referencia a un procedimiento de fabricación de una lámina de vidrio reforzada térmicamente que comprende el conformado del canto antes de la aplicación del refuerzo térmico.

La invención subsana los problemas mencionados previamente permitiendo realizar el conformado después de la etapa de endurecimiento térmico. La invención se dirige a cualquier tipo de placa que comprende al menos una lámina de vidrio reforzada térmicamente. La placa, en especial de tipo acristalamiento, puede comprender solo una lámina de vidrio reforzado térmicamente o comprender varias láminas de vidrio reforzadas térmicamente. En especial, puede tratarse de una placa laminada, particularmente un acristalamiento laminado, estando separadas las diferentes láminas de vidrio mineral, reforzadas térmicamente o no, por un material polimérico, en particular del tipo poli vinil butiral (PVB). El término "placa" cubre cualquier tipo de acristalamiento o espejo, plano o abombado.

35 Para ilustrar mejor el objeto de la presente invención, se describen a continuación, a título indicativo y no limitador, diversos modos de realización particulares en referencia a los dibujos anexados.

La figura 1 representa una ranura denominada Clip'In® realizada en el canto de una lámina de vidrio en corte.

La figura 2 esquematiza el procedimiento de realización de la ranura denominada Clip'In®.

La figura 3 representa una lámina de vidrio en corte vista de forma paralela a sus caras principales 1 y 2 con su cinturón de compresión (sombreado).

45 La invención se refiere, en primer lugar, a un procedimiento de fabricación de una placa que comprende una lámina de vidrio mineral reforzada térmicamente, que comprende el conformado del canto de la lámina de vidrio tras aplicación del refuerzo térmico y sobre una profundidad a partir del borde inferior a la de la zona de compresión. La profundidad de la zona de compresión corresponde a la distancia menor entre el canto del vidrio y el límite entre la zona de compresión y la zona en tracción. En el marco de la presente solicitud, este límite corresponde a la línea negra (primera franja negra respecto del borde) que aparece en el dispositivo de Sharples, bien conocido por los profesionales (en inglés "Sharples Edge Stress Meter"). Este límite se puede determinar también por polariscopía o mediante un controlador de bordes de compensación de Babinet. De este modo, el conformado se realiza en una profundidad preferiblemente inferior a 90 % y preferiblemente inferior al 80 % de la profundidad a partir del borde y hasta la línea negra (el medio de esta línea) puesta de manifiesto por el dispositivo de Sharples. Por lo tanto, la invención se refiere
50 a un procedimiento de fabricación de una placa que comprende una lámina de vidrio mineral reforzada térmicamente, que comprende el conformado del canto de la lámina de vidrio tras aplicación del refuerzo térmico y en una profundidad
55

a partir del borde que va hasta la línea negra (la mitad de esta línea) puesta de manifiesto mediante el dispositivo de Sharples.

5 En particular, el conformado se realiza en una profundidad a partir del borde del vidrio suficientemente pequeña como para que la tensión de rotura en flexión para un fráctil de 5 % permanezca superior a 120 MPa después de dicho conformado. El conformado comprende al menos una pasada de amolado o desbastado. Esto significa que, después del conformado, la tensión en flexión para la cual la probabilidad de tener 5 % de rupturas es superior a 120 MPa, conforme a la norma EN12150-1 (véase su parágrafo 9.4) de los acristalamientos templados para construcción. Estos valores se determinan a partir de ensayos de rotura en flexión según la norma EN1288-3.

10 El canto o corte de una lámina es la cara estrecha y larga de la lámina que une sus dos caras principales en su borde. El conformado según la invención se realiza en o sobre el canto de una lámina de vidrio, lo que significa que la erosión debida al conformado parte del borde de la lámina para ir en dirección de la zona central de la hoja. El conformado puede afectar a toda o a una parte solamente (caso de una ranura) de la anchura del canto. El conformado puede consistir en la realización de una ranura en el canto, de anchura inferior a la del canto, que permite a la placa ser montada para formar una pared o un mobiliario, tal como se enseña en especial en el documento de la patente WO2007/135335. El conformado puede consistir también en desbastar el corte de un acristalamiento laminado para que los bordes de sus diferentes láminas de vidrio estén bien alineados. Para hacer esto, generalmente basta con desbastar o amolar el borde de la lámina que sobrepasa a otra u otras. De este modo, la placa puede ser un laminado que asocia varias hojas de vidrio mineral separadas por un material polimérico, en especial PVB, siendo realizado el conformado sobre toda la anchura del canto de la lámina reforzada térmicamente, de forma que se alineen los bordes de las diferentes láminas de vidrio de la placa. En particular, todas las láminas de vidrio mineral del laminado se pueden reforzar térmicamente, en especial todas ellas se pueden templar.

15 El refuerzo térmico aplicado a la lámina de vidrio es del tipo realizado habitualmente por las personas expertas en la técnica. Puede tratarse de un semi-temple (que genera tensiones superficiales en el intervalo de 40 a 90 MPa, en valor absoluto) o de un temple (que genera una tensión de superficie superior a 90 MPa en valor absoluto). El refuerzo térmico se aplica por enfriamiento rápido, generalmente por soplado de aire sobre la lámina de vidrio previamente calentada a al menos 570 °C, generalmente al menos a 600 °C. Cuanto más fuerte es el refuerzo térmico, más elevada es la tensión de superficie provocada. Una lámina de vidrio templada comercializada tiene generalmente una tensión de superficie de al menos 90 MPa en valor absoluto. La tensión de superficie se puede determinar mediante un aparato cuyo funcionamiento se basa en el principio de la polariscopia, como el polariscopio Scalp-04, siendo el valor determinado una media de 5 medidas sobre una superficie principal de la lámina de vidrio y a al menos 20 cm del borde. Los valores de tensión indicados previamente son valores absolutos, ya que los expertos en la técnica los pueden expresar también con signo negativo.

20 Preferiblemente, el refuerzo térmico es suficiente para que el valor absoluto de la tensión de superficie de la lámina sea superior a 90 MPa y, preferiblemente, superior a 110 MPa y preferiblemente superior a 120 MPa (en valor absoluto).

25 La lámina de vidrio reforzada térmicamente puede tener un espesor comprendido en el intervalo que va de 1 a 20 mm, siendo los espesores estándar 6, 8, 10, 12 mm. Esta lámina se puede incorporar a una placa cuyo espesor puede estar comprendido en el intervalo que va de 1 a 70 mm. La placa puede estar constituida por una sola lámina de vidrio reforzada térmicamente. Habitualmente, una lámina de vidrio templada a 90 MPa (valor absoluto de la tensión de superficie) y cuyo espesor está comprendido en el intervalo de 6 a 12 mm (lo que incluye los extremos de 6 y 12 mm) presenta, antes de cualquier amolado, una resistencia en flexión superior a 120 MPa para un fráctil de 5 %. El desbastado según la invención se realiza en la zona de compresión y en una profundidad a partir del borde tal que la resistencia en flexión para un fráctil de 5 % permanece superior a 120 MPa y, ello, preferiblemente, después de un período de al menos una semana después de dicho conformado (condiciones durante este período de al menos una semana: en interior, a 20 °C y con una tasa de humedad relativa del 50 %). Así, preferiblemente, la lámina es tal que la tensión de rotura para un fráctil de 5 % es superior a 120 MPa después de conformado y luego almacenamiento a 20 °C en aire con una tasa de humedad relativa del 50 %. Para hacer esto, conviene ya que el refuerzo térmico de la lámina sea suficiente para que, antes de conformado, su tensión de rotura para un fráctil de 5 % sea superior a 120 MPa. El conformado se realiza mediante al menos un pase de amolado y en una profundidad de vidrio a partir del borde suficientemente baja como para que la tensión de rotura para un fráctil de 5 % permanezca superior a 120 MPa después de dicho conformado.

30 De manera ventajosa, el espesor de la lámina de vidrio es de al menos 6 mm y el refuerzo térmico es suficiente para que la tensión de superficie de la lámina sea superior a 100 MPa (en valor absoluto). Entonces, la profundidad de conformado a partir del borde puede ser generalmente de al menos 2 mm.

35 Un paso de amolado se realiza con una muela de desbaste. Para el amolado de la placa, se ejerce un desplazamiento relativo entre la muela y la placa, una respecto de la otra. En particular, la placa puede estar fija y es la muela la que se desplaza, pudiendo incluso dar la vuelta alrededor de la placa. Las máquinas de tipo CNC (control numérico computerizado) permiten un amolado según esta variante. Asimismo, la muela puede estar fija y ser la placa la que se desplace. Las máquinas de tipo Bottero permiten un mecanizado según esta variante.

ES 2 785 950 T3

La muela produce un desbaste cuyo ancho en el vidrio puede ir hasta 30 mm. Se trata aquí de la anchura de contacto en cada momento entre la muela y la placa.

El conformado se realiza mediante al menos un pase de amolado, siendo cada pase de una profundidad de como máximo 1,5 mm y preferiblemente de como máximo 1,2 mm a partir del borde.

- 5 El material utilizado para amolar o pulir el vidrio en el marco de la presente invención es idéntico al utilizado para amolar o pulir vidrio no templado térmicamente. Una ranura se puede realizar a partir de discos abrasivos, o con muelas abrasivas. Estos útiles abrasivos se utilizan en rotación y, llegado el caso, se colocan en un cabezal giratorio o inclinable. De este modo, inclinando el útil respecto de la normal al borde o al canto de la placa, y combinando este movimiento con un movimiento de avance, se obtiene, tras varias pasadas de mecanización, una ranura con el perfil deseado.

- 10 El endurecimiento térmico produce, como es conocido, tensiones de borde en la periferia de la lámina de vidrio. Ciertos sistemas de observaciones ópticas permiten poner en evidencia las tensiones al nivel de los cortes de estos vidrios, tal como el dispositivo de medida de tensiones Sharples. La observación del borde de los vidrios reforzados térmicamente permite poner en evidencia dos zonas: 1) una primera zona donde el vidrio está en compresión (se habla de zona de compresión o de barrera de compresión o de cinturón de compresión), que parte del borde del vidrio hasta una profundidad específica P y luego 2) una segunda zona donde el vidrio está en tracción (se habla de zona de tracción o de extensión), más allá de esta profundidad específica. El límite entre estas dos zonas, a la profundidad específica a partir del borde del vidrio, aparece en el dispositivo Sharples en forma de una línea oscura, situada a algunos milímetros del borde del vidrio, generalmente entre 2 y 25 mm del borde del vidrio. La importancia de la zona de compresión es función del espesor del vidrio y del nivel del refuerzo térmico. A título de ejemplo, para un nivel de refuerzo térmico de 110 MPa (valor absoluto de la tensión de superficie), el límite entre estas dos zonas en el caso de un vidrio silicosodocálcico de espesor 10 mm se mide a 6,5 mm del borde y el de un vidrio de espesor 8 mm se mide a 4,6 mm del borde.

- 15 La barrera de compresión constituye una envolvente para la totalidad de la lámina de vidrio templada. Para darse un margen de seguridad, el conformado se realiza en una profundidad inferior al 90 % y preferiblemente inferior al 80 % de la profundidad de la zona de compresión a partir del borde antes del conformado.

- 20 Cualquier lámina de vidrio endurecida térmicamente comprendida en la placa según la invención no presenta preferiblemente ángulo a 90°. En efecto, tales ángulos están en el origen de la rotura de los vidrios endurecidos térmicamente. Ello se debe a que los ángulos a 90° generalmente están biselados o redondeados. En particular, los ángulos entre el canto de la lámina y las caras principales de la lámina preferiblemente se biselan o redondean antes del endurecimiento térmico. Si se debe realizar un conformado sobre toda la altura del canto (es decir, en toda la anchura del corte) después del endurecimiento térmico, lo cual debe llevar a una reducción del bisel o del redondeado, entonces es preferible rehacer o aumentar el bisel o redondeado antes de realizar dicho conformado.

- 25 Se prefiere evitar que el conformado según la invención (después de endurecimiento térmico) lleve a ángulos a 90°. El conformado según la invención se realiza preferiblemente de tal forma que los biseles unan partes que forman un ángulo de 90° entre ellas.

- 30 Si se quiere realizar el conformado de láminas de vidrio después del endurecimiento térmico, es necesario tener en cuenta el retroceso de la barrera de seguridad (límite de la zona en compresión) para evitar las roturas espontáneas. En efecto, cuando se realiza el amolado o desbaste, si se sobrepasa la barrera de compresión, el vidrio reforzado térmicamente se rompe. A título de ejemplo, para un vidrio de 12 mm reforzado térmicamente a 110 MPa (en valor absoluto), la zona de compresión se encuentra a 8,4 mm a partir del borde del vidrio y si se retiran por amolado 2 mm del borde de la lámina de vidrio en toda la anchura del canto, la zona de compresión se encuentra a solo 6,4 mm a partir del borde del vidrio.

- 35 De manera empírica, se ha podido encontrar que la profundidad de la zona en compresión a partir del borde del vidrio, antes de amolado según la invención, está también dada por la expresión:

$$P' = ((1/2 + 2\mu) \cdot e + 2 \cdot (1-\mu^2) \cdot E/\sigma_c) \quad (\text{ecuación 1})$$

en la que:

e es el espesor de la lámina de vidrio;

μ es el coeficiente de Poisson del vidrio (0,22 para un vidrio clásico silicosodocálcico);

- 50 E es el módulo de Young del material de la lámina de vidrio (70 GPa para un vidrio clásico silicosodocálcico);

σ_c es la tensión superficial que representa el nivel de refuerzo térmico, en especial de temple. Es un valor negativo (ejemplo: para una lámina templada a 110 MPa, σ_c vale -110 MPa).

En la ecuación 1, los parámetros y los resultados están en unidades del Sistema Internacional.

ES 2 785 950 T3

De este modo, la invención se refiere también a un procedimiento de fabricación de una placa que comprende una lámina de vidrio mineral reforzada térmicamente, que comprende el conformado del canto de la lámina de vidrio después de la aplicación del refuerzo térmico y en una profundidad inferior a la profundidad P' calculada por la ecuación 1 y preferiblemente inferior al 90 % y preferiblemente inferior al 80 % de la profundidad P' calculada mediante la ecuación 1. Todos los demás aspectos de la invención que figuran en la presente solicitud (en particular tales como los reivindicados) se aplican a esta placa.

Con el fin de satisfacer la norma EN12150-1 de los acristalamientos para la construcción, la profundidad del conformado según la invención a partir del borde inicial del vidrio se realiza preferiblemente sobre una profundidad a partir del borde del vidrio suficientemente pequeña como para que la tensión a rotura en flexión para un frágil de 5 % permanezca superior a 120 MPa después de dicho conformado. En todos los casos, la profundidad de retoma en conformado no sobrepasa preferiblemente el 90 % de la profundidad P de la zona en compresión a partir del borde del vidrio antes de conformado, lo que es función del espesor del vidrio y del nivel de temple.

En la tabla 1 que va a continuación, se indica, en función del espesor e y del grado de temple σ_c de un vidrio monolítico silicosodocálcico de coeficiente de Poisson 0,22 y de módulo de Young 71 GPa, el espesor P', estimación de la zona de compresión a partir del borde, calculado con la ecuación 1 previa. En la descripción precedente, se han dado generalmente valores de tensiones de superficie en valor absoluto, pero los expertos en la técnica consideran generalmente que son negativas y, en cualquier caso, deben introducirse en la fórmula 1 previa con un signo negativo. En la tabla 1 se indican con signo negativo.

Tabla 1

Espesor de la lámina templada: 6 mm

Nivel de temple	Profundidad P' zona de compresión (mm)
-90 MPa	3,2
-100 MPa	3,0
-110 MPa	2,7

Espesor de la lámina templada: 8 mm

Nivel de temple	Profundidad P' zona de compresión (mm)
-90 MPa	5,1
-100 MPa	4,8
-110 MPa	4,6
-120 MPa	4,3
-130 MPa	4,1

Espesor de la lámina templada: 10 mm

Nivel de temple	Profundidad P' zona de compresión (mm)
-90 MPa	7,0
-100 MPa	6,7
-110 MPa	6,5
-120 MPa	6,2
-130 MPa	5,9
-140 MPa	5,7
-150 MPa	5,4

Espesor de la lámina templada: 12 mm

Nivel de temple	Profundidad P' zona de compresión (mm)
-90 MPa	8,9
-100 MPa	8,6

-110 MPa	8,4
-120 MPa	8,1
-130 MPa	7,8
-140 MPa	7,5
-150 MPa	7,3
-160 MPa	7,0
-170 MPa	6,7

5 La figura 1 da, en mm, las dimensiones de la ranura 13 denominada Clip'In® realizada en el canto 10 de una lámina de vidrio templada vista en corte (el vidrio se representa sombreado) de espesor e. Los biseles 11 y 12 se han realizado antes del temple. La propia ranura 13 se ha realizado después del temple y según el proceso explicado por la figura 2. La anchura (que se puede denominar también "altura") del canto (es decir del corte) corresponde al espesor "e" de la lámina. La ranura se ha realizado en una profundidad x de 3 mm a partir del borde 10 de la lámina.

10 La figura 2 esquematiza el procedimiento de realización de la ranura denominada Clip'In®, siendo realizado dicho procedimiento de derecha a izquierda de esta figura, por intervención sucesiva de seis discos de amolado (D1 a D6) como se representa en a). La forma y la acción de cada disco sobre la ranura se representa en b) mientras que la evolución de la ranura a medida que se realiza la intervención de los discos (de derecha a izquierda) se representa en c).

15 La figura 3 representa una lámina de vidrio vista en corte y paralelamente a sus caras principales 1 y 2. Se ha representado en rayado el cinturón de compresión que rodea la lámina. La zona de compresión se encuentra entre el borde 3 de la lámina y la distancia P hacia el interior del vidrio. La zona no rayada T está en tracción. La distancia P es la menor distancia entre el canto del vidrio y el límite entre la zona de compresión y la zona en tracción. Cualquier conformado del vidrio a partir del borde, ya se trate de un conformado en plano de todo el canto 3 (toda la anchura del canto, es decir sobre todo el espesor e de la lámina) o de un conformado que conduzca a una ranura en el canto (caso de la figura 1) no debe sobrepasar la distancia P y preferiblemente el 90 % de la distancia P ni la profundidad R_{max} más allá de la cual la resistencia en flexión para un fráctil de 5 % sería inferior a 120 MPa.

Ejemplos 1 y 2

20 Se ha realizado el conformado de un acristalamiento laminado con los parámetros que se dan en la tabla 2. El acristalamiento laminado asociaba dos láminas de vidrio silicosodocálcico de 8 mm de espesor cada una con una lámina intercalada de PVB de 1,52 mm de espesor. Cada lámina de vidrio había sido templada para producir una tensión de superficie de 110 MPa (en valor absoluto). Estos dos vidrios estaban asociados en el acristalamiento laminado con un cierto desfase o desplazamiento de su borde, de 2 mm. En un caso (ejemplo 1) el amolado se ha
25 realizado con una máquina CNC dando la vuelta al acristalamiento laminado y en el otro caso (máquina Bottero) con una máquina que utiliza discos diferentes.

Tabla 2

Ejemplo nº:	1	2
Máquina	CNC	Bottero
Orientación	Horizontal	Vertical
Forma del acristalamiento laminado	Formas no rectangulares, formas no lineales, agujeros, tamaños pequeños	Formas rectangulares
Calidad del pulido	+	+++
Espesor total retirado en el amolado	2 mm	2 mm
Detalles de cada pasada	1ª pasada retira 1,5 mm	Primer disco retira 1,2 mm
	2ª pasada retira 0,2 mm	Segundo disco retira 0,6 mm
	3ª pasada retira 0,2 mm	Tercer disco retira 0,2 mm
	4ª pasada retira 0,1 mm	Cuarto disco únicamente pule
	5ª pasada solamente pule	Quinto disco únicamente pule
Velocidad de avance de la muela	De 250 a 400 mm por minuto	500 mm por minuto

Tras el amolado en estas condiciones, se corrigen los desfases que aparecían en los bordes tras el montaje y el aspecto estético del pulido de los bordes es conforme a las expectativas de los clientes. Los vidrios no se han roto por causa del amolado realizado. En efecto, la zona de barrera de compresión se extendía hasta aproximadamente 4,6 mm del borde, lo que es muy superior al amolado realizado.

5 **Ejemplos 3 a 5**

Se han realizado láminas de vidrio monolíticas de dimensión 1100 mm x 360 mm x 10 mm templadas a 110 MPa (tensión de superficie en valor absoluto). A continuación, se ha amolado su canto a lo largo de toda su altura (es decir, todo el espesor del vidrio) y sobre todas sus dos longitudes (las puestas en tensión en los ensayos de flexión) y en las condiciones siguientes:

10 Ejemplo 3: sin amolado (referencia)

Ejemplo 4: amolado de 3 mm realizado en 3 pasadas de 1 mm cada una;

Ejemplo 5: amolado de 4 mm realizado en 4 pasadas de 1 mm cada una.

Los acristalamientos de los ejemplos 4 y 5 no se han roto con el amolado. Se han realizado ensayos de flexión de 4 puntos conforme a la norma EN 1288-3. Tras tratamiento según un modelo de Weibull, las tensiones de rotura para un fráctil de 5 % (expresadas en MPa) son:

15

Tabla 3

Ejemplo nº	Profundidad de amolado (mm)	Rotura para un fráctil de 5 % (MPa)
3 (referencia)	-	151
4	3 mm	128
5	4 mm	120

En consecuencia, la tensión de rotura para un fráctil de 5 % disminuye aproximadamente 8 MPa por milímetro de material retirado en sentido profundidad. Con un nivel de temple (tensión de compresión en piel) de 110 MPa, una retirada de 4 mm de material conduce por tanto a una tensión de rotura al 5 % fráctil de 120 MPa, medida en flexión según la norma EN 1288-3, lo cual es conforme a la norma EN12150 de los acristalamientos templados para edificación.

20

Ejemplos 6 y 7

Se ha realizado una ranura de tipo Clip'In® en una lámina de vidrio monolítico templado a 110 MPa en tensión de superficie (en valor absoluto). La lámina de vidrio tenía un espesor de 10 mm y dimensiones de la cara principal de 1100 x 360 mm. La ranura tenía la forma y las dimensiones indicadas en la figura 1. Esta ranura se ha realizado en 6 pasos mediante 6 pasadas de discos según el proceso representado en la figura 2. Se ha comparado el caso de un ranurado antes de temple (ejemplo 6) con el de un ranurado después de temple (ejemplo 7). La tensión de rotura para un fráctil de 5 % es de 124 MPa para la configuración "conformado antes de temple" y de 114 MPa para la configuración "conformado después de temple". Para este último caso, al cabo de 3 meses, la tensión de rotura para un fráctil de 5 % ha pasado a 135 MPa, lo que traduce un aumento de 18 %.

25

30

Ejemplos 8 a 15 (influencia del grado de temple)

Estos resultados tratan sobre la influencia del nivel de compresión en piel inicial (es decir del nivel de temple) y de la profundidad de materia retirada sobre la tensión de rotura para un fráctil de 5 %. El grado de temple está dado por el valor de la tensión de superficie. Las muestras eran láminas de vidrio monolíticas de dimensión 1100 mm x 360 mm x 10 mm templadas a diferentes niveles de temple. Los amolados eran realizados por pasadas de 1 mm sobre toda la altura del canto (es decir, sobre todo el espesor del vidrio) y sobre las dos longitudes de los vidrios (estas puestas en tensión durante los ensayos de flexión). Por ejemplo, para una profundidad de moldeado total de 3 mm, se realizaron tres pasadas sucesivas de 1 mm cada una de ellas. La tabla 4 da los resultados de tensión de rotura para un fráctil de 5 % en MPa. Permiten anticipar la conformidad de los vidrios templados a la norma EN 12150-1, en función de la cantidad de materia retirada.

35

40

Tabla 4

		Valor absoluto de tensión de superficie (que representa el grado de temple)		
		90 MPa	110 MPa	130 MPa
Profundidad de amolado total	0 mm (referencia)	Ejemplo 8: 135	Ejemplo 9: 150	
	2 mm			Ejemplo 10: 155
	3 mm	Ejemplo 11: 115	Ejemplo 12: 125	
	4 mm	Ejemplo 13: 105	Ejemplo 14: 120	Ejemplo 15: 135

5 A partir de estos valores, y si se considera que conviene no bajar por debajo de 120 MPa en la tensión de rotura para un fráctil de 5 %, se estima que para un vidrio de 10 mm de espesor y para un temple inicial a 90 MPa, el límite de retirada de materia es de 2 mm; para un temple inicial a 110 MPa, el límite de retirada de materia es de 4 mm; por último, para un temple inicial a 130 MPa, el límite de retirada de materia es superior a 4 mm.

10 Al cabo de tres meses, la tensión de rotura para un fráctil de 5 % ha aumentado en todos los casos. En el caso del ensayo de referencia (sin amolado) temple a 110 MPa (ejemplo 8), el valor de tensión de rotura para un fráctil de 5 % pasa de 150 MPa a 175 MPa (+ 16 %) al cabo de 3 meses. En el caso del ensayo conformado sobre 3 mm de profundidad y temple a 110 MPa (ejemplo 11), el valor de tensión de rotura para un fráctil de 5 % pasa de 125 MPa a 130 MPa (+ 4 %) al cabo de 3 meses.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una placa que comprende una lámina de vidrio mineral reforzada térmicamente, que comprende el conformado del canto de la lámina de vidrio tras aplicación del refuerzo térmico y sobre una profundidad a partir del borde inferior a la de la zona de compresión.
- 5 2. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque el conformado se realiza sobre una profundidad inferior al 90 % de la profundidad de la zona de compresión a partir del borde antes de conformado.
3. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque el conformado se realiza sobre una profundidad inferior al 80 % de la profundidad de la zona de compresión a partir del borde antes de conformado.
- 10 4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el conformado se realiza sobre una profundidad inferior al 90 % de la profundidad P' dada por la expresión:

$$P' = ((1/2 + 2\mu) \cdot e + 2 \cdot (1-\mu^2) \cdot E/\sigma_c)$$
 en la cual:
 - e es el espesor de la lámina de vidrio;
 - μ es el coeficiente de Poisson del vidrio;
 - 15 E es el módulo de Young del vidrio;
 - σ_c es la tensión superficial expresada con signo negativo.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el refuerzo térmico es suficiente para que el valor absoluto de la tensión superficial de la lámina sea superior a 90 MPa.
- 20 6. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque el refuerzo térmico es suficiente para que el valor absoluto de la tensión superficial de la lámina sea superior a 110 MPa y preferiblemente superior a 120 MPa.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la lámina de vidrio tiene un espesor comprendido en el intervalo que va de 6 a 12 mm.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el refuerzo térmico de la lámina es suficiente para que antes del conformado, su tensión de rotura para un fráctil de 5 % sea superior a 120 MPa.
- 25 9. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque el conformado se realiza mediante al menos un paso de amolado, siendo realizado dicho conformado sobre una profundidad de vidrio a partir del borde suficientemente baja como para que la tensión de rotura para un fráctil de 5 % permanezca superior a 120 MPa después de dicho conformado.
- 30 10. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque la tensión de rotura para un fráctil de 5 % es superior a 120 MPa después de conformado y luego almacenamiento al menos una semana a 20 °C al aire con una tasa de humedad relativa de 50 %.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el conformado se realiza mediante al menos una pasada de amolado, siendo cada pasada de una profundidad de como máximo 1,5 mm y preferiblemente de como máximo 1,2 mm a partir del borde.
- 35 12. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque la placa es un laminado que asocia varias láminas de vidrio mineral separadas por un material polimérico, en particular a base de PVB, caracterizado porque el conformado se realiza sobre toda la anchura del canto de la lámina reforzada térmicamente, de manera que se alineen los bordes de las diferentes láminas de vidrio de la placa.
- 40 13. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque todas las láminas de vidrio mineral del laminado se refuerzan térmicamente, en especial mediante temple.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el conformado es una ranura realizada en el canto de la lámina y según una anchura inferior al espesor de la hoja.
- 45 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el conformado se realiza sobre toda la anchura del canto de la lámina de vidrio.
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el espesor de la lámina de vidrio es de al menos 6 mm, la profundidad de conformado es de al menos 2 mm, siendo el refuerzo térmico suficiente para que el valor absoluto de la tensión de superficie de la lámina sea superior a 100 MPa.



