

DISPOSITIVO DE FRAGMENTACIÓN PARA FRAGMENTAR EL VIDRIO DE UNA VENTANA

La presente invención se refiere a un dispositivo diseñado para fragmentar el vidrio de una ventana usada, a un correspondiente método de fragmentación, y al vidrio fragmentado obtenido usando dicho método.

El reciclado de ventanas usadas es actualmente un problema de importancia clave, en particular en la batalla para reducir los costos de las materias primas que se pueden convertir en vidrio y reducir la huella ambiental de las ventanas nuevas. Dicho reciclado implica separar el vidrio de las ventanas usadas de sus marcos.

Los dispositivos de fragmentación de vidrio diseñados para estos fines y que comprenden un transportador adecuado para transportar ventanas usadas, planas, y un ensamblaje de fragmentación que se encuentra sobre este transportador y adecuado para fragmentar las ventanas a medida que se transportan sobre el transportador, son conocidos a partir de la técnica anterior, que incluye el documento EP0618011. Más específicamente, y como se ilustra en la figura 1, que se refiere al documento EP0618011, esa porción del transportador que se encuentra sobre el ensamblaje de fragmentación comprende aberturas de caída de vidrio que permiten que el vidrio fragmentado pase a través del transportador para ser recogido en un contenedor dispuesto debajo del ensamblaje de fragmentación. El marco de la ventana mismo continúa su trayectoria para ser recogido en el extremo frontal del transportador.

Un dispositivo de fragmentación tiene numerosos inconvenientes. En primer lugar, su implementación implica el uso de un transportador cuya estructura está especialmente diseñada para permitir que el vidrio fragmentado pase a través del transportador y se recolecte en un contenedor específico ubicado debajo. En consecuencia, tal solución técnica excluye cualquier uso de una cinta transportadora continua, y emplea dos cadenas sin fin paralelas separadas por impulsores y acopladas con una abrazadera destinada a sujetar el marco de una ventana usada. Estas adaptaciones hacen que la fabricación, mantenimiento y reemplazo del transportador sean particularmente complejos. El uso de tal dispositivo requiere, además, que el contenedor colector de vidrio esté dispuesto debajo del dispositivo de fragmentación, lo que introduce restricciones adicionales en cuanto al tamaño y la posición del contenedor colector. La inclinación del transportador en una pendiente hacia arriba permite crear más espacio debajo del dispositivo de fragmentación y, por lo tanto, colocar allí un contenedor colector de vidrio más grande.

La invención busca resolver los inconvenientes descritos anteriormente. Más específicamente, en al menos una realización, la técnica propuesta se refiere a un dispositivo de fragmentación diseñado para fragmentar el vidrio de una ventana usada, que comprende al menos:

- un transportador diseñado para transportar dicha ventana, plana, a lo largo del eje longitudinal,
 - un ensamblaje de fragmentación diseñado para fragmentar el vidrio de dicha ventana a medida que se transporta en dicho transportador,
- dicho dispositivo se caracteriza porque:
- dicho transportador comprende una cinta transportadora,
 - dicho dispositivo comprende un dispositivo para la clasificación selectiva del marco de dicha ventana, tal dispositivo se ubica a una distancia determinada del extremo frontal del transportador.

A lo largo de la descripción, un dispositivo de fragmentación de acuerdo con la invención está diseñado para fragmentar el vidrio de una ventana usada, lo que permite que el vidrio de la ventana usada se separe de su marco de manera que cada uno se pueda reciclar respectivamente. La fragmentación del vidrio se refiere a la acción de romper, romper en pedazos, triturar o destruir el vidrio de la ventana para despegarla de su marco o, en otras palabras, para desconectar, disociar, separar “mecánicamente” o desensamblar el mismo. A lo largo del texto, la parte frontal y parte posterior del dispositivo se definen a lo largo del eje longitudinal del transportador. Por tanto, este transportador se define como un dispositivo mecánico adecuado para transportar una ventana usada, plana, desde el extremo posterior hacia el extremo frontal del dispositivo. Tal transportador con preferencia es un transportador de cinta móvil o de banda móvil.

La invención se basa en el principio novedoso e inventivo de utilizar un dispositivo de clasificación selectiva de marcos a una distancia predeterminada en frente del transportador, particularmente desde su extremo frontal. De acuerdo con formas de realización alternativas, este dispositivo de clasificación selectiva puede estar o no conectado mecánicamente al transportador. Lo que se entiende por “clasificación selectiva” es cualquier acción que permita que el marco sea

recolectado, recuperado o extraído para que pueda ser retirado o separado "especialmente" de los restos de vidrio fragmentados que se han acumulado en la parte de la cinta del transportador.

En la práctica, una ventana usada que se va a fragmentar se coloca plana sobre la cinta transportadora, por ejemplo, por un operador, y se transporta hacia el ensamblaje de fragmentación, donde el vidrio de la ventana se separa de su marco. Después de esta etapa de fragmentación, el vidrio roto y el marco permanecen en la cinta transportadora y se transportan hacia el extremo frontal del transportador. En este extremo frontal es donde se produce la separación del vidrio fragmentado del marco. Por un lado, las piezas de vidrio son expulsadas por el extremo frontal de la cinta en un ángulo que depende al menos de la inclinación del transportador y de su velocidad de transporte. Estos trozos de vidrio luego se pueden recolectar en un contenedor específico. A diferencia de los fragmentos de vidrio, el extremo de la "cabecera" del marco de la ventana, es decir, la parte frontal más alejada de la cinta transportadora, continúa su recorrido más allá de la cinta transportadora y en la dirección de desplazamiento mientras una parte suficiente del marco esté en contacto con la cinta para permitir que el marco permanezca sujeto en el mismo. En ausencia de cualquier obstáculo, el marco comienza a descender por un camino que depende al menos de la inclinación del transportador, la velocidad de transporte, la geometría del marco y su rigidez. Como estos diversos parámetros son generalmente conocidos por el operador, es posible que este último haga una estimación de la trayectoria que seguirá el marco en caída.

De acuerdo con la invención, un dispositivo de recuperación de marco está dispuesto a una distancia determinada en frente del extremo frontal del transportador. Esta distancia dada con preferencia está predeterminada empíricamente y/o evaluada con respecto a la estimación que se hace de la trayectoria que seguirá el marco en caída, de modo que, a medida que cae, el marco entra en el radio de acción de este dispositivo y se recupera selectivamente y así se separa "especialmente" del vidrio fragmentado.

Tal dispositivo de clasificación selectiva de marcos ofrece la ventaja de que se puede adaptar a cualquier tipo de dispositivo para el transporte plano de una ventana usada. El uso de tal dispositivo de clasificación, en particular, permite prescindir de la necesidad de que el transportador se adapte para permitir que el vidrio fragmentado pase a través del transportador y sea recolectado en un contenedor específico ubicado debajo. Por lo tanto, este dispositivo de clasificación selectiva se puede disponer en un transportador equipado con una cinta transportadora continua y cuya estructura no está limitada por una elección particular en cuanto al tamaño o ubicación del contenedor colector. De este modo, el dispositivo de clasificación y el transportador se pueden reemplazar independientemente uno del otro.

Como resultado, un dispositivo de fragmentación de acuerdo con la invención permite la clasificación selectiva del marco de una ventana usada mientras que al mismo tiempo se utiliza un transportador que no es demasiado complejo, es robusto y es fácil de producir y/o reemplazar.

De acuerdo con una forma de realización particular, dicho dispositivo de clasificación selectiva comprende al menos un cilindro giratorio diseñado para recibir dicho marco y conducirlo hacia adelante.

Tal cilindro giratorio está diseñado para recibir dicho marco ya que está ubicado por debajo de la trayectoria del marco, de modo que a medida que el marco avanza es recibido en este cilindro e impulsado hacia adelante por la rotación del mismo. Los restos de vidrio resultantes de la fragmentación de la ventana usada misma caen en el espacio formado entre el extremo frontal del transportador y el cilindro giratorio.

De acuerdo con una forma de realización particular, dicho cilindro giratorio y/o la cinta transportadora están cubiertos al menos en parte con un recubrimiento que mejora el agarre.

El uso de dicho recubrimiento permite mejorar el agarre en el marco y, por lo tanto, facilitar la conducción hacia adelante.

De acuerdo con una forma de realización particular, dicho transportador está inclinado con respecto a la horizontal en un ángulo de inclinación comprendido entre 1° y 30° , con preferencia entre 3° y 15° , con más preferencia aún, entre 7° y 10° .

La inclinación del transportador permite cambiar la trayectoria del marco. Por tanto, es posible elevar más el dispositivo de clasificación selectiva y/o alejarlo más con respecto al extremo frontal del transportador. Cabe señalar que la adopción de un ángulo de inclinación superior a 30° aumenta el riesgo de que el vidrio roto vuelva a caer por efecto de la gravedad.

De acuerdo con una forma de realización particular, la altura de dicho cilindro giratorio es igual o menor que la altura del extremo frontal del transportador.

Tal disposición relativa del cilindro giratorio permite limitar el riesgo de que el cabezal del marco lo golpee a medida que cae.

De acuerdo con una forma de realización particular, la posición relativa de dicho cilindro giratorio con respecto a dicho transportador es ajustable.

Por tanto, es posible ajustar esta posición relativa del cilindro giratorio en función de las ventanas usadas que se estén procesando y, en particular, según el tamaño de los trozos de vidrio rotos y/o los pedazos de marco que se van a expulsar en el frente del transportador.

De acuerdo con una forma de realización particular, la superficie de dicho cilindro giratorio y/o la superficie de dicha cinta transportadora están acanaladas.

El uso de nervaduras en la superficie de la cinta transportadora permite limitar las áreas de contacto entre esta y la ventana usada, lo que concentra las fuerzas de reacción de la cinta generadas después del impacto solo en estas áreas.

Después de la fragmentación, el vidrio fragmentado se asienta en la parte inferior de las nervaduras, mientras que el marco permanece sostenido por la parte superior de las nervaduras. Por tanto, el uso de una cinta transportadora acanalada contribuye a una clasificación inicial del marco de los restos de vidrio, después de su fragmentación.

De acuerdo con una forma de realización particular, el valor máximo para la separación entre la superficie de la cinta transportadora y la superficie de los cilindros giratorios mayor que o igual a 30 mm.

A lo largo de la descripción, los valores de separación entre dos superficies tienen en cuenta los relieves que pudieran estar presentes en la superficie de cada una de ellas. Por ejemplo, en los casos en los que cada una de estas dos superficies es acanalada, el valor mínimo para la separación corresponde a la distancia que separa cada una de las partes superiores de las nervaduras, cuando estas partes superiores de las nervaduras están alineadas. Por otro lado, el valor máximo de separación corresponde a la distancia que separa los respectivos huecos de cada una de las superficies, cuando estos huecos están alineados.

Mantener, entre la superficie de la cinta transportadora y la superficie del cilindro giratorio, un valor máximo de separación mayor que 30 mm, permite limitar el riesgo de que el cilindro giratorio recolecte residuos de vidrio. Por lo tanto, este valor máximo de separación se determina de manera que sea mayor que el tamaño máximo estimado de una pieza de restos de vidrio. De esta forma, todo el vidrio triturado que se acumula en el fondo de las nervaduras se recolecta entre el extremo frontal del transportador y el cilindro giratorio.

De acuerdo con una forma de realización particular, el valor mínimo para la separación entre la superficie de la cinta transportadora y la superficie del cilindro giratorio es menor o igual que 50 mm, con preferencia menor que o igual a 30 mm.

Mantener, entre la superficie de la cinta transportadora y la superficie del cilindro giratorio, un valor mínimo de separación menor que 30 mm, permite limitar el riesgo de que una porción del marco caiga entre el extremo frontal del transportador y el cilindro giratorio. Por lo tanto, este valor mínimo de separación se determina de manera que sea menor que el tamaño mínimo de una porción del marco fragmentado. De esta forma, el marco, que está sostenido en la parte superior de las nervaduras, se recolecta realmente en el cilindro giratorio.

De acuerdo con una forma de realización particular, el dispositivo de fragmentación comprende, en frente del cilindro giratorio, un plano inclinado del gradiente negativo.

En la práctica, el marco de ventana fragmentado se transporta a lo largo de este plano inclinado a través del cilindro giratorio, para ser recolectado posteriormente en un contenedor específico. El uso de este plano inclinado permite limitar el riesgo de que el marco vuelva accidentalmente al contenedor colector dedicado al vidrio roto.

De acuerdo con una forma de realización particular, el dispositivo de fragmentación comprende una pluralidad de cilindros giratorios destinados a recibir dicho marco y conducirlo hacia adelante.

De este modo, es posible transportar el marco de la ventana hacia adelante, mientras que se deja la posibilidad de que cualquier vidrio roto caiga en los espacios formados entre los sucesivos cilindros giratorios.

De acuerdo con una forma de realización particular, el ensamblaje de fragmentación comprende un tambor dispuesto encima de dicho transportador a lo largo de un eje de revolución transversal a dicho eje longitudinal, dicho tambor está conectado por al menos una cadena a un ensamblaje impactador que comprende al menos un cabezal de percusión diseñado para golpear el transportador en cada revolución de dicho tambor.

A lo largo de la descripción, una cadena es una serie de anillos metálicos acoplados entre sí. Un tambor se refiere a un cilindro de madera o hierro sobre el que se enrolla esta cadena. Este tambor está diseñado para girar, es decir, para realizar movimientos circulares alrededor de un eje

de revolución. El verbo "conectar" se debe interpretar en su sentido mecánico, y se puede referir alternativamente a una conexión directa o indirecta.

En la práctica, el tambor de tal ensamblaje de fragmentación gira, con preferencia mediante un motor, alrededor de un eje de revolución transversal al eje longitudinal del transportador o, en otras palabras, a su dirección de desplazamiento hacia delante. Para cada revolución del tambor, al menos un cabezal de percusión se lleva en primer lugar a una posición vertical sobre el transportador para golpear posteriormente la cinta del transportador, bajo el efecto de la gravedad.

Por tanto, este ensamblaje de fragmentación está diseñado específicamente para fragmentar una ventana usada, plana, dispuesta sobre una superficie de transporte.

La naturaleza flexible de esta cadena permite reducir las tensiones mecánicas ejercidas en los puntos en los que la cadena se ancla al tambor, por un lado, y al ensamblaje impactador, por otro lado. Además, dicha cadena no impide en modo alguno la aceleración vertical de cada cabezal de percusión a medida que cae, lo que permite maximizar la fuerza de impacto de este cabezal sobre el vidrio y así obtener una fragmentación satisfactoria del vidrio. Cabe señalar también que los martillos son más fáciles de armar, dada la ventajosa distribución del peso del ensamblaje impactador y de la cadena sobre su área de contacto con el tambor.

De acuerdo con una forma de realización particular, el ensamblaje de fragmentación comprende una pluralidad de cabezales de percusión alineados en una dirección transversal.

La colisión simultánea de una pluralidad de cabezales con el vidrio permite maximizar la potencia instantánea del impacto extendiéndolo sobre una gran área del vidrio. Por tanto, es posible fragmentar eficazmente la ventana utilizada objetivo en una multitud de piezas de pequeño tamaño de vidrio roto. Como resultado, se facilita la clasificación posterior entre vidrio roto y marco.

La invención también se refiere a un método para fragmentar el vidrio de la ventana, caracterizado porque implementa un dispositivo de fragmentación adecuado para fragmentar, en estado plano, el vidrio de una ventana usada, dicho dispositivo comprende al menos:

- un transportador diseñado para transportar dicha ventana, plana, a lo largo del eje longitudinal,
- un ensamblaje de fragmentación diseñado para fragmentar el vidrio de dicha ventana a medida que se transporta en dicho transportador, y en que:
- dicho transportador comprende a cinta transportadora,
- dicho dispositivo comprende un dispositivo para la clasificación selectiva del marco de dicha ventana, tal dispositivo se ubica a una distancia determinada del extremo frontal del transportador.

De acuerdo con una forma de realización particular, la velocidad a la que se transporta el marco de la ventana en el extremo frontal del transportador es menor o igual que la velocidad de rotación tangencial de dicho al menos un cilindro giratorio.

En el presente texto, la "velocidad de rotación tangencial" corresponde a la velocidad de rotación del cilindro giratorio en su punto de radio máximo. Mantener una relación positiva entre la velocidad tangencial de dicho cilindro giratorio y la velocidad de transporte facilita que este cilindro giratorio impulse el marco hacia adelante.

De acuerdo con una forma de realización particular, una rueda dentada para accionar el cilindro giratorio está conectada mediante una correa de transmisión a una rueda dentada dispuesta en el flanco de un rodillo de accionamiento del transportador. Por lo tanto, la rueda dentada del transportador acciona la del cilindro giratorio, la relación entre sus dos velocidades varía en función de sus respectivos diámetros y del número de dientes con los que está provista cada una de estas ruedas respectivamente.

La invención también se refiere al vidrio fragmentado obtenido mediante dicho método de fragmentación.

Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes al leer la siguiente descripción de formas de realización particulares, que se dan a modo de simples ejemplos ilustrativos y no limitativos, y al estudiar las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 es una vista esquemática transversal de un dispositivo de fragmentación conocido de la técnica anterior,

Las Figuras 2 y 3 son vistas esquemáticas transversales de un dispositivo de fragmentación de acuerdo con una primera forma de realización de la invención;

Las Figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas transversales de un dispositivo de fragmentación de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención;

Los diversos elementos ilustrados en las figuras no se muestran necesariamente a escala real, y se enfatiza en indicar el funcionamiento general de la invención.

En las diversas figuras, a menos que se indique lo contrario, los números de referencia idénticos se refieren a elementos que son similares o idénticos.

Las Figuras 2 y 3 son vistas esquemáticas transversales de un dispositivo de fragmentación de acuerdo con una primera forma de realización de la invención. Un dispositivo de fragmentación 1 tal como este es diseñado para fragmentar el vidrio 2b de una ventana usada 2, y comprende:

- un transportador 3 equipado con una cinta transportadora diseñada para transportar la ventana 2, plana, a lo largo del eje longitudinal L, y
- un ensamblaje de fragmentación 4, que se encuentra sobre el transportador 3, y diseñado para fragmentar el vidrio de la ventana 2 a medida que se transporta en el transportador 3.

El transportador 3 está inclinado con respecto a la horizontal en un ángulo de inclinación α de 8 °.

El dispositivo de fragmentación 1 comprende un cilindro giratorio 8a dispuesto a la misma altura H y una distancia Dmax de 45 mm desde el extremo frontal del transportador 3. Este cilindro giratorio 8a está diseñado para recibir el marco 2a y conducirlo hacia adelante, y por lo tanto tiene la función de clasificar selectivamente el marco 2a para separarlo del vidrio roto 2b.

Ventajosamente, el cilindro giratorio 8a y la cinta transportadora 3a están cubiertos con un recubrimiento que mejora el agarre que aumenta el agarre en el marco y, por lo tanto, facilita su avance.

De acuerdo con las formas de realización ilustradas en las Figuras 2 y 4, el ensamblaje de fragmentación 4 comprende un tambor 5 dispuesto sobre el transportador 3 a lo largo de un eje de revolución R transversal al eje longitudinal L. El tambor 5 está conectado a dos ensamblajes impactadores (71, 72) por dos grupos de cadenas 6ay, cada ensamblaje impactador 71 comprende una pluralidad de cabezales de percusión (7a1, 7a2,..., 7az) diseñados para golpear el transportador 3 en cada revolución del tambor 5. Para cada ensamblaje impactador 7, los cabezales de percusión (7a1, 7a2,..., 7az) están alineados en una dirección transversal Rz. Además, en aras de la claridad y tomando en cuenta el hecho de que la figura 2 es una vista esquemática transversal en un plano perpendicular a esta dirección transversal, solo se han representado una cadena 6ay y un cabezal de percusión 7az por ensamblaje impactador 7.

En la práctica, una ventana usada 2 se carga en primer lugar en la cinta transportadora 3a, en la parte posterior del dispositivo 1. Esta ventana usada 2 luego se transporta por el transportador 3 al ensamblaje de fragmentación 4, es decir aproximadamente a debajo el tambor 5. Este tambor 5 gira, con preferencia mediante un motor, alrededor de un eje de revolución R transversal al eje longitudinal L del transportador 3 o, en otras palabras, a su dirección de desplazamiento hacia delante. Esta dirección de desplazamiento hacia delante L se indica en la figura 2 mediante una flecha de dirección dibujada en una línea de puntos.

De acuerdo con las formas de realización particulares ilustradas en las Figuras 2 a 5, el tambor 5 y los medios de accionamiento del transportador 3 giran en direcciones opuestas, cada una de estas direcciones se indica mediante flechas de dirección dibujadas en una línea de puntos. En consecuencia, para cada revolución del tambor 5, al menos un cabezal de percusión 7az se lleva en primer lugar a una posición vertical sobre el transportador 3 para golpear posteriormente la cinta del transportador 3a, bajo el efecto de la gravedad. Durante la fragmentación, el vidrio 2a de la ventana 2 usada se separa así de su marco 2b.

Después de la etapa de fragmentación, el marco 2b y los trozos de vidrio roto 2a permanecen en la cinta transportadora 3a y se transportan hacia el extremo frontal del transportador 3a, como se ilustra en la figura 2.

En este extremo frontal es donde se produce la separación "espacial" del vidrio fragmentado 2b del marco 2a. Por un lado, los trozos de vidrio 2b son expulsadas en el extremo frontal de la cinta en un ángulo que depende al menos de la inclinación del transportador 3 y de su velocidad de transporte. Estos trozos de vidrio 2b luego se pueden recolectar en un contenedor específico (no representado).

A diferencia de los fragmentos de vidrio 2b, la "cabeza" del marco 2a continúa su recorrido más allá de la cinta transportadora 3a y en la dirección de desplazamiento mientras una porción suficiente del marco 2a esté en contacto con la cinta 3a para permitir que el marco permanezca sujeto sobre el mismo. El marco 2a luego comienza a caer a lo largo de una trayectoria que depende al menos de la inclinación del transportador 3, la velocidad de transporte, la geometría del marco 2a y su rigidez. Como estos diversos parámetros son generalmente conocidos por el operador, es posible que este último haga una estimación de la trayectoria que seguirá el marco en caída 2a.

Como se ilustra en la figura 3, el cilindro giratorio 8 está ubicado debajo de la trayectoria del marco 2a de modo que, a medida que avanza el marco 2a, se recibe en este cilindro 8 y se impulsa hacia adelante por su rotación, como se ilustra en la figura 3 por flechas de dirección dibujadas en una línea de puntos, en vista a ser recolectado en un contenedor dedicado a los marcos (no

representado). Los restos de vidrio 2b que resultan de la fragmentación de la ventana usada 2 misma caen en el espacio formado entre el extremo frontal del transportador 3 y el cilindro giratorio 8.

Ventajosamente, la velocidad a la que se transporta el marco de ventana 2a en el extremo frontal del transportador 3 es menor o igual que la velocidad de rotación tangencial de un cilindro giratorio 8a.

Como resultado, este dispositivo de fragmentación permite la clasificación selectiva del marco 2a de una ventana usada 2 y, mientras que al mismo tiempo, utiliza un transportador 3 que no es demasiado complejo, y es robusto y fácil de producir y/o reemplazar, lo que hace posible que el marco 2a sea impulsado hacia adelante por este cilindro giratorio 8 más fácilmente.

Las Figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas transversales de un dispositivo de fragmentación 1 de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención, que difiere de la primera en que la cinta transportadora 3a está equipada con nervaduras con una altura de cresta de 25 mm.

Debido a que el valor máximo D_{max} para la separación entre la superficie de la cinta transportadora 3a y la superficie del cilindro giratorio 8a permanece igual, es decir, 45 mm, se puede deducir a partir de esto que el valor mínimo D_{min} para la separación entre estas dos superficies, a saber, la distancia que separa la parte superior de las nervaduras de la superficie del cilindro giratorio 8 es de 20 mm.

Después de la etapa de fragmentación, el vidrio fragmentado 2b se recolecta en la parte inferior de las nervaduras, mientras que el marco 2a permanece apoyado en la parte superior de las nervaduras, como se ilustra en las Figuras 4 y 5.

Una vez que llega al extremo frontal del transportador 3, el marco 2a continúa en su trayectoria, sostenido por estas nervaduras, mientras que el vidrio roto 2b que se ha acumulado en la parte inferior de las nervaduras cae entre el transportador 3 y el cilindro giratorio 8. Debido al uso de estas nervaduras, el marco 2a y el vidrio roto 2b no encuentran el mismo tamaño de brecha entre el transportador 3 y el cilindro giratorio 8. Por lo tanto, la brecha encontrada por el vidrio roto 2b mide 45 mm, lo que hace posible limitar el riesgo de que los restos de vidrio 2b sean recolectados por el cilindro giratorio 8. Por el contrario, la brecha encontrada por el marco 2a mide 20 mm, lo que permite limitar el riesgo de que una porción del marco 2a caiga entre el extremo frontal del transportador 3 y el cilindro giratorio 8. De esta manera, el marco 2a realmente es recolectado por el cilindro giratorio 8 y separado "espacialmente" del vidrio roto 2b.