



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 241 276**

⑤① Int. Cl.⁷: **C03B 37/05**

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧⑥ Número de solicitud europea: **99915810 .8**

⑧⑥ Fecha de presentación : **22.04.1999**

⑧⑦ Número de publicación de la solicitud: **0991601**

⑧⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **12.04.2000**

⑤④ Título: **Procedimiento y dispositivo para fabricar fibras de lana mineral por centrifugación libre.**

③⑩ Prioridad: **24.04.1998 FR 98 05198**

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.10.2005

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.10.2005

⑦③ Titular/es: **SAINT-GOBAIN ISOVER**
18, avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR

⑦② Inventor/es: **Dupouy, Valérie y**
Debouzie, Alain

⑦④ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 241 276 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

Procedimiento y dispositivo para fabricar fibras de lana mineral por centrifugación libre.

La presente invención se refiere al campo de la fabricación de fibras minerales a partir de una materia capaz de ser estirada, y especialmente a partir de un material fundido, con un punto de fusión elevado, por ejemplo de tipo vidrio basáltico o de escoria de altos hornos, con vistas a la producción de productos especialmente aislantes, a base de fibras minerales. Más precisamente, la invención se refiere a un perfeccionamiento de las técnicas de fabricación de fibras denominadas de centrifugación libre, en las que el material a transformar en fibras se lleva, en estado fundido, a la periferia de ruedas de centrifugación y es arrastrado por estas ruedas de manera que una parte del material se desprende de él y se transforma en fibras bajo el efecto de la fuerza centrífuga y la parte restante no transformada se reenvía hacia otra rueda o después de la última rueda cae en forma de granallas.

Para la aplicación de las técnicas de fabricación de fibras citadas más arriba, generalmente se utiliza una máquina que comprende tres o cuatro ruedas dispuestas en cascada, y capaces de girar alrededor de ejes sensiblemente horizontales, girando dos ruedas sucesivas sobre el trayecto del material fundido, en sentido inverso. La primera rueda es alimentada con material fundido por un canal y sirve esencialmente para acelerar el material que es reenviado hacia la segunda y así sucesivamente hasta la última rueda, disminuyendo el flujo del material en cada rueda en razón de la cantidad de fibras formadas.

Tal máquina comprende, generalmente, además, medios para generar una corriente de aire en la periferia de las ruedas de centrifugación con el fin de ayudar a la formación de fibras por un efecto de estiramiento y encargarse de la materia transformada en fibras, separándola de la materia no transformada en fibras (granalla). Esta última es, en efecto, indeseable porque contribuye a entorpecer el producto final y a hacer su tacto particularmente desagradable. La corriente de aire tiene, también, por función conducir la materia transformada en fibra hacia un órgano receptor, por ejemplo una cinta sin fin provista de cámaras de aspiración, que transporta las fibras hacia los dispositivos de tratamiento aguas debajo de la línea, tales como una napadora, una estufa de polimerización de los aglutinantes, etc.

La corriente de aire se introduce, lo más frecuentemente, en una dirección sensiblemente paralela a los ejes de rotación de las ruedas, y arrastra, así, las fibras en una dirección perpendicular a su dirección de formación.

La cantidad de fibras fabricadas depende del caudal de materia vertida sobre las ruedas de centrifugación y de la eficacia de la formación de fibras por dichas ruedas.

Para una máquina dada es posible, en teoría, aumentar la productividad, aumentando el caudal de materia vertida pero esto no es realizable más que con un margen relativamente limitado. En efecto, una máquina está diseñada con ruedas de diámetros definidos, destinadas a girar a una velocidad determinada. A partir de un cierto flujo de materia que alimenta a la máquina, se produce un fenómeno de atascamiento progresivo de las ruedas de centrifugación, con consecuencias nefastas directas sobre la calidad de la

formación de fibras (con motivo, especialmente, de la modificación de la temperatura en cada rueda y del exceso de materia a tratar por cada rueda).

Esta baja de calidad se traduce a nivel del producto final, en una pérdida de propiedades, especialmente de aislamiento térmico: sólo aumentando la densidad del producto se consigue el valor deseado del coeficiente lambda (λ) de conductividad térmica. El beneficio resultante de la mayor productividad, se encuentra, pues, al menos reducido, si no se anula completamente.

Una alternativa consiste en utilizar varios dispositivos de formación de fibras que funcionan en paralelo. Sin embargo, todas las soluciones propuestas hasta el presente llevan consigo un cierto número de inconvenientes.

En una primera realización anterior conocida por el documento US-A-3.709.670, dos juegos diferentes de ruedas de centrifugación están situadas una al lado de la otra en un mismo plano vertical en el cuerpo de una misma máquina que comporta dos canales de alimentación de materia fundida. Los dos juegos difieren en que el primero es el exacto simétrico del segundo con respecto a un eje vertical, como su reflejo en un espejo, girando dos ruedas al mismo nivel, en sentido inverso. Esta disposición simétrica está destinada a evitar las interferencias entre las corrientes de aire respectivamente emitidas por cada conjunto de ruedas de centrifugación.

El mayor inconveniente de esta disposición simétrica es de naturaleza económica, ya que es necesario disponer, permanentemente, de dos juegos diferentes de piezas de recambio y efectuar el mantenimiento y conservación de dos máquinas de estructura diferente.

Otra realización se conoce por el documento WO-A-92/06047, que pretende resolver este inconveniente, donde dos máquinas de fabricación de fibras idénticas están situadas una al lado de la otra y alimentadas en paralelo con materia fundida. Las máquinas están provistas con medios de soplado de aire asociados a cada una de las ruedas de centrifugación que generan una corriente de aire en la proximidad de la periferia de la rueda, teniendo la corriente de aire una componente de movimiento axial suficiente para llevar las fibras lejos de la zona de fabricación de fibra y una componente tangencial suficiente para evitar las interacciones entre las corrientes de aire adyacentes.

A este efecto, los medios de soplado están constituidos por un labio de estiramiento que se extiende por la periferia de la rueda sobre un sector angular determinado y en cuyo interior están dispuestas aletas de flexión del aire, inclinadas según un ángulo corrotacional con la rotación de la rueda, con el fin de dirigir el aire soplado con una componente tangencial que varía a lo largo del labio.

Tales medios de soplado se aplican, igualmente, en el dispositivo conocido del documento WO-A-92/12940 que comporta también él, al menos dos máquinas de fabricación de fibras idénticas, situadas una al lado de la otra y alimentadas en paralelo, en las cuales las ruedas de centrifugación son de pequeño diámetro y tienen velocidades de rotación muy elevadas.

Esta disposición de los medios de soplado tiene, sin embargo, el inconveniente de ser complicada, ya que impone mantener una corriente de aire adaptada a cada una de las ruedas de centrifugación. Ahora bien,

las aletas de deflexión son elementos sensibles, especialmente a las vibraciones debidas a la rotación de las ruedas tanto más fuertes cuanto más elevada es la velocidad de rotación y que, además, están expuestas a las proyecciones de granalla que pueden afectar su inclinación de manera perjudicial a la dirección de la corriente de aire.

La presente invención tiene por objeto obviar estos inconvenientes y proporcionar nuevos medios para permitir la producción, en gran cantidad, de un producto a base de fibras minerales de buena calidad.

A este respecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de fabricación de fibras minerales, en el que simultáneamente se alimentan con material para fabricar fibra, al menos dos máquinas de fabricación de fibras situadas una al lado de la otra, comprendiendo cada máquina una serie de ruedas de centrifugación dispuestas en cascada y puestas en rotación alrededor de ejes que tienen todos sensiblemente la misma dirección (denominada eje principal), girando dos ruedas consecutivas de la cascada en sentido inverso, estando el material a transformar en fibras esparcido en estado fundido en cada máquina en la superficie periférica de la primera rueda, por la cual es acelerado y reenviado sobre la segunda rueda y, eventualmente, sucesivamente sobre las otras ruedas de la serie, para ser transformado en fibras por el efecto de la fuerza centrífuga, y en el que las fibras formadas por las diferentes ruedas de una máquina son recogidas por una corriente gaseosa emitida por cada máquina en una dirección esencialmente paralela al eje principal de dicha máquina, y recogidas por un órgano de recepción, caracterizado porque se disponen los ejes principales de dos máquinas adyacentes según un ángulo no nulo, estando este ángulo o cada ángulo entre dos máquinas adyacente, adaptado para que dos corrientes gaseosas emitidas por las dos máquinas adyacentes se reencuentren y se combinen.

En efecto, los inventores han comprobado el hecho de que el reencuentro y la superposición de las emisiones de gas de soplado de dos máquinas adyacentes permite obtener un producto a base de fibras minerales de muy buena calidad.

Así, en ausencia de cualquier disposición particular de los medios de soplado tal como las previstas en la técnica anterior para optimizar el flujo de gas soplado y, como consecuencia, el trayecto de las fibras producidas, la utilización de dos máquinas de fabricación de fibras dispuestas una al lado de otra, con sus ejes principales rigurosamente paralelos, conduce a un producto muy poco homogéneo con una falta de cohesión y con importantes variaciones de densidad según la anchura del órgano de recepción. Estos defectos no se pueden reajustar totalmente en las etapas ulteriores del procedimiento y el producto presenta propiedades térmicas relativamente débiles.

Contrariamente a cualquier expectativa, puesto que el estado anterior enseña evitar cualquier interferencia entre las corrientes gaseosas de dos máquinas adyacentes, se ha comprobado que la homogeneidad del producto aumenta cuando se orientan las máquinas de tal manera que sus corrientes gaseosas se reencuentran y se combinan entre dos máquinas adyacentes.

Los inventores han comprobado que la calidad del producto está ligada con la homogeneidad de las velocidades de las fibras recogidas sobre el órgano de recepción, siguiendo el perfil de las velocidades de las

fibras, el perfil de velocidad de la corriente gaseosa que transporta las fibras.

Cuando se utiliza una sola máquina, este perfil de velocidades tiene una forma sensiblemente gaussiana, con un máximo de velocidad en el centro de la cámara, aproximadamente enfrente de las ruedas de centrifugación, yendo la velocidad disminuyendo en dirección de las paredes de la cámara.

Cuando dos máquinas están situadas una al lado de la otra con sus ejes paralelos sin interacción de las corrientes gaseosas adyacentes, la circulación de las corrientes gaseosas alrededor de las ruedas de centrifugación es tal, que el perfil de velocidad de la corriente gaseosa total al nivel del órgano de recepción tiene sensiblemente la forma de dos gaussianas, una al lado de la otra, con un mínimo aproximadamente en el centro de la cámara y dos máximos próximos a las paredes, con una variación muy importante del módulo de velocidad entre un mínimo y un máximo.

De acuerdo con la invención, se ha comprobado que si se orientan las máquinas de manera que las corrientes gaseosas se reencuentren y se superpongan, no solamente no se daña la formación de fibras, sino que incluso puede obtenerse un perfil de velocidad muy homogéneo.

Así, la invención permite ventajosamente, con una orientación adaptada de las máquinas adyacentes, obtener un perfil de velocidad tal que la componente axial de la velocidad de la corriente gaseosa total, al nivel del órgano de recepción varía como máximo 20%, preferentemente como máximo 15%, y especialmente como máximo 10%, sobre una porción preferentemente central del órgano de recepción, que corresponde a, al menos aproximadamente 50% de la anchura del órgano de recepción, y preferentemente, al menos 60%.

Así, se garantiza una muy buena cohesión de la napa de fibras recogida sobre el órgano de recepción con un reparto de materia (gramaje) homogéneo.

Preferentemente, para una mejor homogeneidad, el ángulo entre los ejes principales de dos máquinas adyacentes se adapta para que la componente axial de la velocidad de la corriente gaseosa al nivel del órgano de recepción varíe de manera sensiblemente simétrica sobre la anchura del órgano de recepción.

En un modo de realización ventajoso, el procedimiento de fabricación de fibras sobre cada máquina está adaptado para favorecer la formación de fibras en el centro de la máquina con relativamente pocas fibras expulsadas sobre los lados de una máquina, con el fin de permitir, entre dos máquinas, la circulación de una corriente de aire inducido por los chorros de gases salidos de los medios de soplado, lo cual va a ayudar al transporte de las fibras a una velocidad deseada. A este efecto, el procedimiento de acuerdo con la invención es ventajosamente tal, que cada máquina comprende una serie de cuatro ruedas de centrifugación, estando la disposición y la velocidad de rotación de las ruedas de centrifugación adaptadas para que una parte del material a transformar en fibras que alcanza la cuarta rueda, sea reenviado sobre la tercera para allí ser transformado en fibras.

Condiciones ventajosas de fabricación de fibras comprenden el arrastre en rotación de la segunda rueda de cada serie a una velocidad superior o igual a 6.500 rpm, y en particular superior o igual a 8.000 rpm, para un diámetro de rueda inferior o igual a

240 mm, y especialmente del orden de 180 a 240 mm.

En tales condiciones, la segunda rueda más pequeña que de ordinario, distribuye una cantidad más grande de materia fundida sobre la tercera rueda y, por consiguiente, sobre la cuarta. En consecuencia, estas dos últimas ruedas de la serie tienen una temperatura elevada, que favorece la emisión de fibras cerca del punto donde la materia fundida ha chocado contra la rueda, con detrimento de una emisión sobre los lados de la máquina. El doble rebote sobre la tercera rueda permite regular la cantidad de materia transformada en fibra por cada una de estas ruedas y optimizar el rendimiento de la fabricación de fibras.

Con una cantidad más grande de materia fundida que sigue un trayecto al centro de la máquina entre las ruedas de centrifugación y el doble rebote de dicha materia fundida sobre la tercera rueda a partir de la cuarta, el procedimiento de acuerdo con la invención asegura una proyección de fibras más importante en el centro de cada máquina por las partes inferiores de las tercera y cuarta ruedas. Este reparto espacial particular de las fibras formadas se revela muy ventajoso cuando dos máquinas, al menos están situadas una al lado de la otra.

La invención tiene, también, por objeto un dispositivo para la fabricación de fibras minerales de acuerdo con el procedimiento expuesto más arriba. Comprende principalmente dos máquinas de fabricación de fibras situadas una al lado de la otra a la entrada de una cámara, comprendiendo cada máquina una serie de ruedas de centrifugación dispuestas en cascada y puestas en rotación alrededor de ejes que tienen todos entre ellos sensiblemente la misma dirección (denominado eje principal), girando dos ruedas consecutivas de la cascada en sentido inverso, y comprendiendo medios de soplado que engendran alrededor de la serie de ruedas de centrifugación, una corriente gaseosa en una dirección esencialmente paralela al eje principal de la máquina, comprendiendo el dispositivo, medios de alimentación dispuestos de manera que esparcen un material a transformar en fibras en estado fundido simultáneamente a la superficie periférica de la primera rueda de cada máquina, y comprendiendo, además, un órgano receptor dispuesto en frente de las máquinas de fabricación de fibras en dicha cámara.

Está caracterizado porque dos máquinas adyacentes están dispuestas con sus ejes principales respectivos formando un ángulo no nulo entre ellos, estando este ángulo o cada ángulo entre dos máquinas adyacentes, adaptado para que las corrientes gaseosas emitidas por las dos máquinas se reencuentren y se combinen.

Es difícil definir de manera general una orientación adaptada para que las corrientes gaseosas emitidas por dos máquinas adyacentes se reencuentren y se combinen.

En efecto, la circulación de gases alrededor y entre las máquinas depende especialmente del aerodinamismo del ambiente de las máquinas, en particular de la forma de la cámara a cuya entrada están instaladas las máquinas, y de las condiciones de funcionamiento, especialmente de la velocidad de rotación de las ruedas de centrifugación y de las velocidades relativas de los chorros de gas emitidos en la proximidad de las ruedas.

En la mayoría de los casos, es ventajoso disponer dos máquinas con sus ejes principales convergiendo hacia el centro de la cámara. Sin embargo, en otras

configuraciones, puede suceder, por el contrario, que sea preciso disponer las máquinas con sus ejes divergiendo hacia los lados de la cámara. El experto en la técnica es capaz de determinar sin dificultad la orientación adaptada a cada configuración como consecuencia de un número razonable de ensayos, cuyo principio se expondrá más adelante.

Así, en un primer modo preferido, la cámara que tiene dos paredes verticales que se extienden a una y otra parte del órgano receptor sensiblemente paralelo a partir de las máquinas situadas a la entrada, una primera máquina adyacente a la primera pared y una segunda máquina adyacente a la segunda pared están dispuestas con sus ejes principales respectivos convergiendo hacia el centro de la cámara, preferentemente cada uno con un ángulo de, al menos 2° con respecto a la dirección de las paredes, y especialmente del orden de 2 a 10°.

En este modo de realización, ventajosamente, la primera máquina está situada de modo que su primera rueda de centrifugación reenvía el material fundido al lado opuesto de la primera pared, y la segunda máquina está situada de modo que su primera rueda de centrifugación reenvía el material fundido hacia la segunda pared y el eje de la segunda máquina forma con la segunda pared, un ángulo superior al formado por el eje de la primera máquina con la primera pared.

Esta diferencia de orientación es totalmente sorprendente. En efecto, en la práctica corriente las máquinas de fabricación de fibras conocidas distribuyen las fibras de manera más o menos centrada sobre la anchura de la máquina.

Por tanto, se hubiera podido contar con tener que hacer converger las dos máquinas con un mismo ángulo con respecto a la pared para obtener un reparto de fibras simétrico con respecto al eje del órgano de recepción. Sin desear estar ligado por ninguna teoría científica, parecería que una convergencia disimétrica se haya hecho, por el contrario, necesaria por el hecho de que los medios de soplado producen una corriente gaseosa de estiramiento más importante del lado de las segunda y cuarta ruedas que de las primera y tercera ruedas, responsable de un efecto de pared más importante sobre un lado del dispositivo: la corriente de gas de estiramiento que se extiende a lo largo de la pared (lado 2ª y 4ª ruedas) crea a lo largo de la segunda pared una depresión más importante que la creada por la corriente de gas de estiramiento que se extiende a lo largo de la primera pared (lado 1ª y 3ª ruedas) en razón de la diferencia de caudal gaseoso de estas dos corrientes.

Preferentemente, el primer ángulo es del orden de 2 a 6°, y especialmente del orden de 4°, y el segundo ángulo es del orden de 3 a 10°, y especialmente del orden de 4 a 8°.

La disposición convergente reduce, además, la emisión de fibras hacia las paredes de la cámara y evita, así, la formación de aglomeraciones a partir de las fibras sobre las paredes, afectando estas aglomeraciones a las calidades del producto final, cuando son arrastradas en la napa de fibras.

En otro modo de realización, que puede ser útil especialmente cuando el órgano de recepción es relativamente estrecho, la cámara de dos paredes verticales que se extiende por una y otra parte del órgano receptor convergiendo hacia este último. Se dispone, entonces, una primera máquina adyacente a la primera pared y una segunda máquina adyacente a la segunda

pared, divergiendo cada uno de sus ejes principales respectivos hacia la pared adyacente.

Esta orientación permitirá evitar que las fibras emitidas se concentren demasiado en el centro del órgano del órgano receptor por las corrientes de aire inducidas a lo largo de las paredes por la rotación de las ruedas y por la presencias del gas de soplado, las cuales corrientes se hundeen en el embudo formado por las paredes en dirección del centro de la cámara.

Como se ha descrito precedentemente, es preferible en todos los modos de realización, arreglárselas para que la emisión de fibras sea reducida en los lados de cada máquina de fabricación de fibras. A este respecto, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende ventajosamente, en cada máquina, una segunda rueda que tiene un diámetro inferior o igual a 240 mm, y especialmente del orden de de 180 a 240 mm.

De manera ventajosa, las máquinas comprenden tercera y cuarta ruedas con un diámetro más elevado, especialmente del orden de 300 a 400 mm.

Además, para obtener un doble rebote de materia fundida sobre la tercera rueda, es ventajoso disponer la segunda rueda de manera que una línea que une los centros de las dos primeras ruedas, forme un ángulo superior a 20°, y preferentemente del orden de 25°, bajo la horizontal.

Las ruedas de centrifugación pueden estar dispuestas entre ellas de manera corriente para permitir el establecimiento del trayecto deseado de materia fundida entre las ruedas. Una disposición ventajosa es aquella en la que la superficie periférica de una rueda está alejada de la superficie periférica de una rueda adyacente en una distancia de, al menos 35 mm, y preferentemente de, al menos 40 mm.

Tal alejamiento permite al chorro de fibras emitidas por una rueda desarrollarse bien sin interacción perjudicial con el chorro de fibras de una rueda adyacente, asegurando un buen reparto espacial del conjunto de las fibras producidas por la máquina.

Otra característica importante para realizar la fabricación de fibras de acuerdo con la invención es el control de la temperatura de las ruedas de centrifugación. Se ha comprobado que la temperatura de una rueda depende, en parte, de la cantidad de materia fundida vertida sobre esta rueda. Está, también, influenciada por la presencia de corrientes gaseosas sopladas en la periferia de la rueda. Con el fin de evitar un enfriamiento indeseado de la rueda, es ventajoso evitar que la corriente gaseosa llegue con una incidencia demasiado grande sobre la superficie periférica de la rueda. Preferentemente, la corriente se envía en una dirección tal, que solamente roza la superficie periférica de la rueda. Esto tiene, también, por efecto no perturbar la formación de las fibras. A este respecto, es ventajoso que los medios de soplado desemboquen en la proximidad de una rueda de centrifugación separándose del eje de rotación de la rueda según un ángulo del orden de 10 a 16°, y en particular del orden de 13°.

Los medios de soplado pueden tomar formas muy variadas. Para evitar los chorros de fibras sobre los lados de una máquina, es preferible, sin embargo, realizar los medios de soplado asociados a una rueda bajo forma de un orificio continuo, especialmente de un labio anular concéntrico con la rueda, con el fin de no producir rotura de llegada de aire. Tal orificio continuo será ventajosamente tal, que la velocidad media

del gas soplado varía como máximo 10% sobre toda la longitud del orificio.

En una forma de realización preferida desde el punto de vista de control de la emisión de las fibras, los medios de soplado comprenden uno o varios labio(s) de estiramiento dispuesto(s) de manera que se produzca una corriente de aire continua que se extiende sensiblemente a lo largo de toda la envuelta exterior de las superficies periféricas de las ruedas de centrifugación.

Para asegurar un estiramiento eficaz de las fibras, y contribuir a su transporte, cuando el procedimiento de fabricación de fibras es tal que las fibras se emiten principalmente en la parte inferior de, al menos una rueda de centrifugación, los medios de soplado están ventajosamente dispuestos para producir una corriente gaseosa más ancha a lo largo de una porción inferior de dicha rueda, especialmente de la última y eventualmente la penúltima rueda, de la cascada.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán de la descripción detallada que va a continuación, hecha en relación con los dibujos anexados, en los cuales:

- las figuras 1 y 2 representan dos vistas respectivamente de frente y en planta, de un dispositivo de acuerdo con la invención,

- la figura 3 representa, en funcionamiento, una máquina de fabricación de fibras que forma parte del dispositivo de la figura 1,

- la figura 4 representa un diagrama esquemático que ilustra el reparto de las velocidades de las corrientes gaseosas emitidas por el dispositivo de acuerdo con la invención.

La figura 1 es una vista de frente de un dispositivo de fabricación de fibras. Este dispositivo está esencialmente constituido con dos máquinas de fabricación de fibras 1, 2 idénticas, dispuestas a la entrada de una cámara 3 de recepción de las fibras, en la que se halla un órgano receptor tal como una cinta o una banda sin fin 4, provista de cajas de aspiración no representadas, que circulan entre las dos paredes verticales paralelas 5, 6 de la cámara de recepción 3.

Las dos máquinas 1, 2 comportan una serie de cuatro ruedas de centrifugación 7, 8, 9, 10, en las que la primera rueda 7 es la más pequeña, la segunda rueda 8 es muy ligeramente más grande, siendo las ruedas tercera 9 y cuarta 10 las más grandes y sensiblemente con el mismo diámetro.

Las ruedas 7, 8, 9, 10 están situadas de acuerdo con un montaje que ponen sus superficies periféricas en la proximidad unas de otras, espaciadas del orden de 40 mm. La línea que une el centro de las primera y segunda ruedas 7, 8 forma un ángulo de aproximadamente 25° bajo la horizontal.

Estas ruedas 7, 8, 9, 10 se ponen en rotación por medio de motores de bloqueo 11, 12, las dos ruedas de la derecha 7, 9 son arrastradas, por ejemplo en el sentido trigonométrico mientras que las dos ruedas de la izquierda 8, 10 son arrastradas en sentido inverso, de manera que dos ruedas consecutivas sobre el trayecto del material para fabricar fibras (que desciende de la rueda más alta 7 a la más baja 10) giran en sentido inverso.

Las cuatro ruedas 7, 8, 9, 10 están montadas sobre cuatro árboles sensiblemente paralelos entre ellos que definen respectivamente los ejes principales 13, 14 de cada máquina visible en la figura 2. Los árboles están contenidos en una caja 15 de forma perfilada

para adaptarse lo más aproximadamente posible a los contornos de los elementos internos. Los motores de bloqueo 11, 12 están ventajosamente dispuestos de lado en una configuración que permite al aire circular libremente alrededor de la caja 15.

Las dos máquinas 1, 2 están separadas además por un espacio vacío que permite el paso de aire entre las dos máquinas. Asimismo, el espacio situado de cada lado de las máquinas 1, 2 se ha dejado libre para permitir el paso de aire inducido entre las máquinas 1, 2 y las paredes 5, 6 de la cámara 3 de recepción.

Cada máquina 1, 2 está instalada sobre un chasis 16 que reposa en el suelo sobre pies o ruedas que se mueven sobre carriles, lo cual permite eventualmente desplazar la máquina para su mantenimiento.

Los carriles están fijados al suelo de tal manera que el eje principal 13 de la máquina 1 forma un ángulo de aproximadamente 8° con la dirección de las paredes 5, 6, que es también el eje de la línea de recepción (dirección de avance de la banda 4 indicada por la flecha F), mientras que el eje principal 14 de la máquina 2 forma un ángulo de aproximadamente 4° con la dirección de las paredes 5, 6.

En variante, las dos máquinas 1, 2 podrían estar instaladas sobre torretas orientables, capaces de ser desplazadas, en caso necesario, para el mantenimiento de las máquinas.

Cada máquina 1, 2 está equipada, además, con coronas 17, 18, 19, 20 concéntricas con las ruedas 7, 8, 9, 10 y provistas con orificios 21, 22, 23, 24 que forman labios de estiramiento. Ventajosamente, las coronas 17, 18, 19, 20 están dispuestas de manera que su superficie externa sea coplanaria con la cara posterior de las ruedas 7, 8, 9, 10. La ausencia de cualquier parte saliente sobre los lados de las ruedas evita el anclaje de fibras sobre el frente de la máquina, cuya acumulación entre las ruedas es perjudicial para el buen funcionamiento de la máquina.

Los orificios 21, 22, 23, 24 se extienden a lo largo de la superficie periférica, respectivamente, de las ruedas 7, 8, 9, 10 en una longitud tal, que permiten el paso de una corriente gaseosa continua que sigue sensiblemente toda la cubierta exterior de la superficie periférica de las ruedas 7, 8, 9, 10.

El aire de soplado se encamina hacia los labios de estiramiento por medio de un ventilador 25 ventajosamente situado en la parte baja de la caja 15: el aire aspirado de la atmósfera ambiente se inyecta en el interior de la caja 15, donde circula alrededor de los árboles que arrastran las ruedas, antes de salir por los orificios 21, 22, 23, 24. En el transcurso de su trayecto en la caja 15 a partir desde abajo hacia los orificios 21, 22, 23, 24 el aire llega a homogeneizar su velocidad, de manera que la velocidad del aire expulsado por un orificio no varía más de, como máximo 10% a lo largo de este último. La velocidad de expulsión a la salida del labio varía en función del emplazamiento de la corona según el espacio disponible para el aire en la capa 15 alrededor de los árboles: es máxima para la corona inferior 20 y mínima para la corona 17 que es la más alta. Esta homogeneización de la velocidad del aire soplado por circulación alrededor de un árbol permite optimizar el estiramiento de las fibras sobre la rueda asociada.

Cada máquina 1, 2 puede estar equipada, además, con medios 26 de enfriamiento de la superficie situada entre las ruedas 7, 8, 9, 10, especialmente por circulación de agua (del tipo de camisa de enfriamiento).

Gracias al espaciamiento relativamente grande entre las ruedas, esta camisa de enfriamiento puede estar formada de una sola pieza, asegurando el enfriamiento de la totalidad de la superficie.

Preferentemente, las coronas 17, 18, 19, 20 están dispuestas de manera que engrasan con la superficie de la cara frontal de la máquina 1, 2 que lleva las ruedas 7, 8, 9, 10, pudiendo este frente, en caso necesario, estar constituido por la camisa de enfriamiento 26.

El funcionamiento del dispositivo está expuesto más abajo, estando ilustrado el detalle de funcionamiento de una máquina en la figura 3.

Cuando se vierte una materia en estado fundido, tal como vidrio basáltico 30, simultáneamente sobre la primera rueda 7 de cada máquina 1, 2, la materia 30 se acelera sobre la rueda 7, que la reenvía sobre la rueda 8 y así, después, sobre las ruedas 9 y 10. Principalmente sobre las tercera y cuarta ruedas 9, 10, pero también en parte sobre la segunda rueda 8 y mucho menos sobre la primera rueda 7, una parte del material arrastrado en rotación por la rueda se separa de esta última en forma de gotitas que se transforman en fibras bajo el efecto de la fuerza centrífuga, en tanto que la parte restante es reenviada hacia otra rueda o después de la última rueda re en forma de granalla. El flujo de materia que pasa de una rueda a otra se adelgaza, así, cada rueda en razón de la cantidad de fibras formadas.

Las fibras formadas por cada rueda se estiran en dirección axial por el aire de estiramiento que sale de los labios 21, 22, 23, 24, el cual aire asegura, en parte, el transporte de las fibras hacia la cinta 4 de recepción en la cámara 3 en la que reina igualmente una aspiración de aire en la misma dirección axial.

Sobre la cinta 4, las fibras recibidas de las máquinas 1 y 2 son recogidas en forma de una napa de espesor variable en función del caudal de materia fundida que alimenta las máquinas 1, 2 y de la velocidad de avance de la cinta 4. Las máquinas 1, 2 comprenden igualmente medios de alimentación de un aglutinante, no representados, conocidos por sí, que permiten unir las fibras entre ellas en la napa.

Tal como se representa en la figura 3, la formación de fibras de acuerdo con la invención tiene lugar ventajosamente, de manera principal, en la parte central de las máquinas 1, 2 gracias a un trayecto adaptado del material fundido 30 que efectúa un doble rebote sobre la tercera rueda 9. Este trayecto es, además, ventajoso para asegurar un rendimiento elevado de fabricación de fibras.

Este trayecto se puede obtener haciendo girar la segunda rueda 8 a una velocidad suficientemente elevada para que el chorro de materia fundida choque contra la tercera rueda en un punto (o sobre una zona) de impacto relativamente próximo al vértice de la tercera rueda. Condiciones de fabricación de fibras ventajosas comprenden el arrastre en rotación de la segunda rueda de cada serie, a una velocidad superior o igual a 6.500 rpm para un diámetro de rueda inferior o igual a 240 mm.

El enfriamiento de la superficie entre las ruedas 7, 8, 9, 10 permite evitar la acumulación de materia fundida caliente, por adhesión al frente: por el contrario, la materia fundida 30 eventualmente lanzada sobre el frente, cuaja enfriándose y cae por el efecto de su propio peso.

Con un frente así mantenido limpio permanentemente, las máquinas 1, 2 forman fibras que disponen

de un espacio suficiente alrededor de las ruedas 7, 8, 9, 10 para ensancharse en forma de toro de fibras coaxial con la rueda en dirección de la cámara de recepción 3.

Eventualmente, si los labios de estiramiento 21, 22, 23, 24 están ahuecados de manera oblicua en las coronas 17, 18, 19, 20 de manera que desemboquen según un ángulo del orden de 10 a 16° con respecto al eje de rotación de las ruedas, la técnica del estiramiento puede participar, también, en el desarrollo de un toro ancho. Por otro lado, el aire soplado de manera oblicua evita enfriar demasiado las ruedas y permite mantener las condiciones de expulsión de las fibras.

Las corrientes de aire de estiramiento, en combinación con la rotación de las ruedas a gran velocidad, conducen, además, a la formación de corrientes de aire entre y alrededor de las máquinas de fabricación de fibras 1, 2.

La orientación convergente de las máquinas 1, 2 con respecto a la dirección de las paredes 5, 6 de la cámara de recepción 3, permite contrarrestar el efecto de pared por el cual el chorro de fibras emitidas por una máquina es aspirado hacia la pared vecina bajo la acción de la depresión creada por los chorros gaseosos resultados de los medios de soplado a lo largo de las paredes. De acuerdo con la invención, las corrientes de aire sopladas e inducidas, emitidas por las dos máquinas adyacentes convergentes, es decir, que se reencuentran y se combinan en la región frontal situada entre las máquinas 1, 2 y se separan sensiblemente de las paredes 5, 6 para dar condiciones mejoradas de estiramiento y de transporte de las fibras.

La napa de fibras recogida sobre la cinta 4 presenta una buena cohesión, con un gramaje homogéneo (ausencia de agujeros o de huecos en la napa).

El efecto de la orientación de las máquinas 1, 2 sobre la homogeneidad de la fabricación de fibras está representado en la figura 4. En esta figura, se ha representado la variación de la componente de velocidad de las corrientes gaseosas al nivel de la cinta 4 en una dirección horizontal paralela al eje de la cinta, es decir perpendicular a la cinta cuando está inclinado en función de la posición en anchura sobre la cinta 4.

Estas medidas de velocidad se han efectuado con un tubo del Pitot y un anemómetro de hélice sobre varias transversales T en el interior de la cámara de recepción a razón de 1 2 medidas regularmente repartidas sobre la anchura de la cinta 4.

Este perfil de velocidad es representativo del perfil de velocidad de los elementos proyectados por

expulsión centrífuga a partir de máquinas de fabricación de fibras: en efecto, el mismo perfil se ha obtenido midiendo las velocidades de gotitas de aceite presentes en el mismo deslizamiento gaseoso producido por una maqueta aeráulica a escala 1/8 con respecto a una línea industrial, efectuándose las medidas de velocidad, en este caso, por un método óptico por láser denominado Anémométrie Doppler Laser. Estas medidas se han realizado en la UMR 6614 del CORIA. Estas medidas dan cartografías detalladas en dos dimensiones (2D) de la velocidad en todo punto de la recepción, a partir de los cuales se puede sacar un gráfico tal como el de la figura 4.

Este gráfico presenta que cuando las máquinas están dispuestas con sus ejes principales respectivos rigurosamente paralelos al eje de línea de recepción y a la dirección de las paredes de la cámara, el perfil de velocidad presenta un máximo a aproximadamente un cuarto (1/4) de la anchura de la cinta, un mínimo a aproximadamente dos tercios (2/3) de la anchura de la cinta, aumentando la velocidad de nuevo en el último tercio. Este perfil de velocidad ilustra el efecto de pared enunciado más arriba. Además, la variación de velocidad entre el máximo y el mínimo es de más de 30%. Resulto de ello, como lo confirma la realidad industrial, un producto muy poco homogéneo en gramaje, presentando un número elevado de agujeros con poca cohesión.

Por el contrario, cuando las máquinas están dispuestas de manera que se hacen converger las corrientes de gases, se observa un perfil de velocidad con variaciones muy diferentes: dos máximos a aproximadamente un tercio (1/3) y dos tercios (2/3) de la anchura de la recepción, un mínimo aproximadamente a la mitad de la anchura de recepción, siendo la variación de velocidad entre estos extremos, del orden de solamente 10%. Gracias a la muy pequeña variación de velocidades sobre aproximadamente 60% de la anchura de la recepción, la napa de fibras obtenida es muy homogénea y el producto tiene propiedades muy satisfactorias.

La invención se acaba de describir más particularmente en el caso de una cámara de recepción de paredes paralelas. Se aplica igualmente a instalaciones que tienen una configuración diferente, estando, entonces, la orientación de las máquinas de fabricación de fibras, modificada según las nuevas condiciones para obtener el perfil de velocidad deseado. Un estudio sobre maqueta aeráulica, tal como la descrita más arriba, permite determinar ventajosamente la disposición idónea.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de fibras minerales, en el que se alimentan simultáneamente con material (30) para fabricar fibras, al menos dos máquinas (1, 2) de fabricación de fibras situadas una al lado de otra, comprendiendo cada máquina (1, 2) una serie de ruedas (7, 8, 9, 10) de centrifugación dispuestas en cascada y puestas en rotación alrededor de ejes que tienen todos sensiblemente la misma dirección, denominada eje principal (13, 14), girando dos ruedas consecutivas de la cascada en sentido inverso, vertiéndose el material en estado fundido a transformar en fibras, en cada máquina en la superficie periférica de la primera rueda (7) por la cual es acelerado y reenviado sobre la segunda rueda (8), y eventualmente, sucesivamente sobre las otras ruedas (9, 10) de la serie, para ser transformado en fibras bajo el efecto de la fuerza centrífuga,

y en el que las fibras formadas por las diferentes ruedas son recogidas por una corriente gaseosa emitida por cada máquina en una dirección esencialmente paralela a dicho eje principal, y recogidas por un órgano de recepción (4),

caracterizado porque se disponen los ejes principales (13, 14) de dos máquinas adyacentes (1, 2) según un ángulo no nulo, estando adaptado este ángulo o cada ángulo entre dos máquinas adyacentes, para que dos corrientes gaseosas emitidas por las dos máquinas adyacentes (1, 2) se reencuentren y se combinen.

2. Procedimiento de fabricación de fibras minerales de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el ángulo o cada ángulo entre dos máquinas adyacentes se adapta para que la componente axial de la velocidad de corriente gaseosa total al nivel del órgano de recepción (4) varíe como máximo 20% sobre al menos 50% de la anchura del órgano de recepción (4).

3. Procedimiento de fabricación de fibras minerales de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el ángulo o cada ángulo entre dos máquinas adyacentes se adapta para que la componente axial de la velocidad de corriente gaseosa al nivel del órgano de recepción (4) varíe de manera sensiblemente simétrica sobre la anchura del órgano de recepción.

4. Procedimiento de fabricación de fibras minerales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque cada máquina (1, 2) comprende una serie de cuatro ruedas (7, 8, 9, 10) de centrifugación y porque la disposición y la velocidad de rotación de las ruedas de centrifugación se adaptan para que una parte del material a transformar en fibras que alcanza la cuarta rueda (10) sea reenviada sobre la tercera (9) para allí ser transformada en fibras.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque la segunda rueda (8) de cada serie es puesta en rotación a una velocidad superior o igual a 6.500 rpm, para un diámetro inferior o igual a 240 mm.

6. Dispositivo para la fabricación de fibras minerales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, al menos dos máquinas (1, 2) de fabricación de fibras, situadas una al lado de otra a la entrada de una cámara (3), comprendiendo cada máquina (1, 2) una serie de ruedas (7, 8, 9, 10) de centrifugación dispuestas en cascada y

puestas en rotación alrededor de ejes que tienen todos entre ellos sensiblemente la misma dirección denominada eje principal (13, 14), girando dos ruedas consecutivas de la cascada en sentido inverso y comprendiendo medios de soplado (17, 18, 19, 20) que engendran alrededor de la serie de ruedas de centrifugación, una corriente gaseosa en una dirección esencialmente paralela a dicho eje principal, comprendiendo el dispositivo, medios de alimentación dispuestos de manera que esparcen un material (30) a transformar en fibras en estado fundido simultáneamente en la superficie periférica de la primera rueda (7) de cada máquina (1, 2), y que comprende, además, un órgano receptor (4) dispuesto en frente de las máquinas (1, 2), **caracterizado** porque los ejes principales (13, 14) de dos máquinas adyacentes (1, 2) están dispuestas según un ángulo no nulo, estando este ángulo o cada ángulo entre dos máquinas adyacente, adaptado para que las dos corrientes gaseosas emitidas por las dos máquinas adyacentes (1, 2) se reencuentren y se combinen.

7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque la cámara (3) que tiene dos paredes verticales (5, 6) que se extienden por una y otra parte del órgano receptor (4) sensiblemente de manera paralela a partir de las máquinas (1, 2) situadas a la entrada, una primera máquina (1) adyacente a la primera pared (5) y una segunda máquina (2) adyacente a la segunda pared (6) están dispuestas con sus ejes principales respectivos (13, 14) que convergen hacia el centro de la cámara (3), preferentemente con un ángulo de, al menos 2° con respecto a la dirección de las paredes (5, 6).

8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada** porque la primera máquina (1) está dispuesta de manera que su primera rueda (7) de centrifugación reenvía el material fundido (30) a la opuesta de la primera pared (5), y la segunda máquina (2) está dispuesta de manera que su primera rueda (7) de centrifugación reenvía el material fundido (30) hacia la segunda pared (6) y porque el eje (14) de la segunda máquina (2) forma con la segunda pared (6) un ángulo superior al formado por el eje (13) de la primera máquina (1) con la primera pared (5).

9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque el primer ángulo es del orden de 2 a 6°, preferentemente del orden de 4°, y el segundo ángulo es del orden de 2 a 10°, y preferentemente del orden de 4 a 8°.

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque la cámara (3) que tiene dos paredes verticales (5, 6) que se extienden de una y otra parte del órgano receptor (4) y que convergen hacia el órgano receptor (4) a partir de las máquinas (1, 2) adyacente a la primera pared (5) y una segunda máquina (2) adyacente a la segunda pared (6) están dispuestas con sus ejes principales respectivos (13, 14) que divergen cada uno hacia la pared adyacente (5, 6).

11. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado** porque en cada máquina (1, 2), la segunda rueda (8) de centrifugación tiene un diámetro inferior o igual a 240 mm.

12. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque una línea que une los centros de las dos primeras ruedas (7, 8) de centrifugación forma un ángulo superior a 20°, y preferentemente del orden de 25°, bajo la horizontal.

13. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, **caracterizado** porque la

periferia de una rueda está alejada de la periferia de una rueda adyacente, en una distancia de, al menos 40 mm.

14. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, **caracterizado** porque los medios de soplado (17, 18, 19, 20) comprenden, al menos un labio de estiramiento (21, 22, 23, 24) dispuesto(s) con el fin de producir una corriente de aire continua que bordea sensiblemente toda la cubierta exterior de las superficies periféricas de las ruedas de centrifugación (7, 8, 9, 10).

15. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 16, **caracterizado** porque los medios de soplado (17, 18, 19, 20) están dispuestos

para producir una corriente gaseosa más ancha a lo largo de una porción inferior de, al menos una rueda de la cascada.

16. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 15, **caracterizado** porque los medios de soplado (17, 18, 19, 20) desembocan en la proximidad de una rueda de centrifugación separándose según un ángulo del orden de 10 a 16° con respecto al eje de rotación de la rueda.

17. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 16, **caracterizado** porque comprende entre dos máquinas (1, 2) de fabricación de fibras adyacentes, un espacio abierto que permite la circulación de aire entre las máquinas (1, 2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

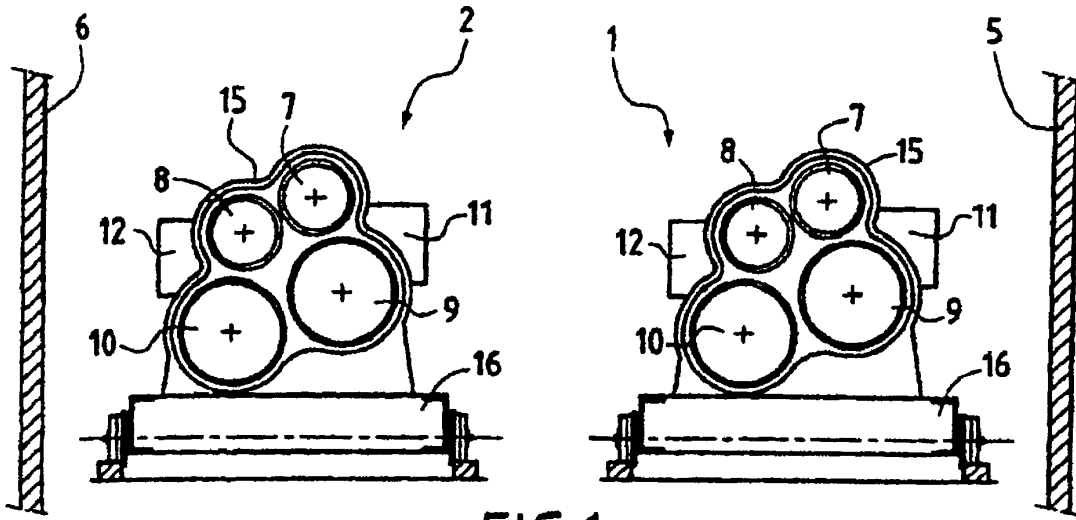


FIG. 1

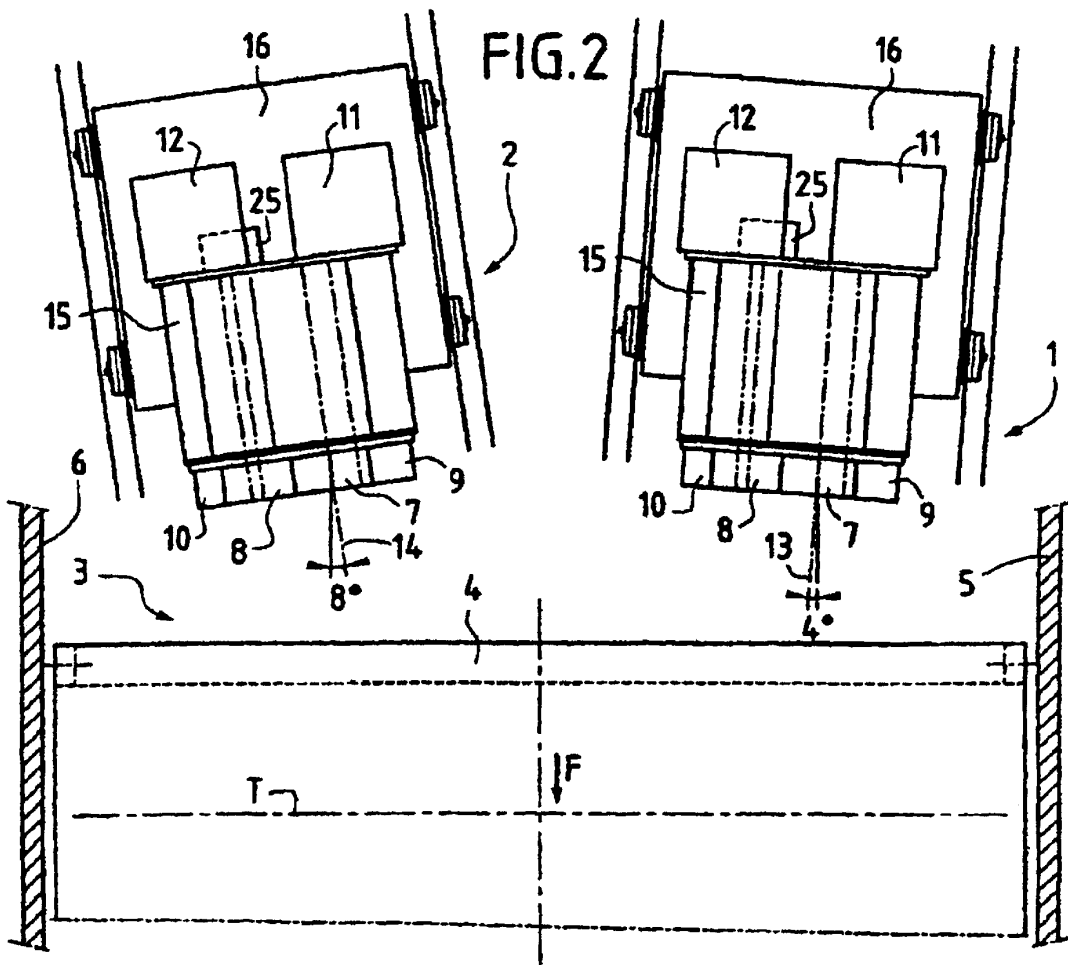
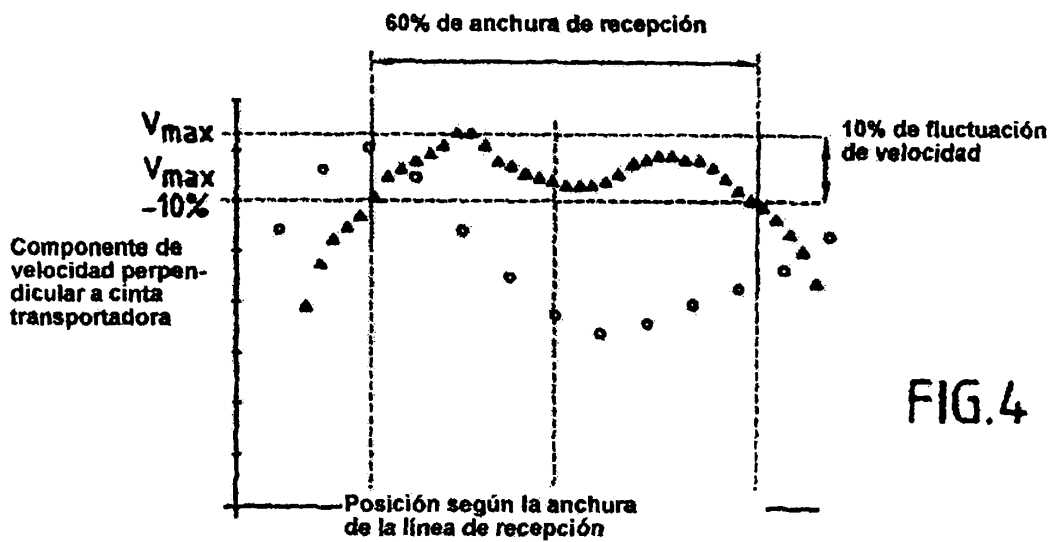
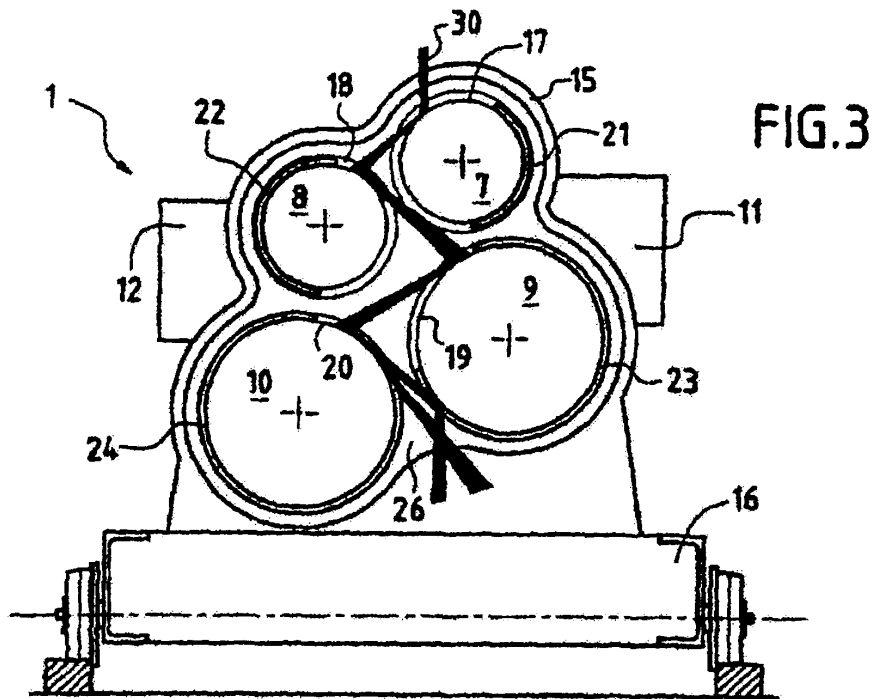


FIG. 2



- Máquinas paralelas al eje de la línea de recepción
- ▲ Máquinas convergentes orientadas a 4° y 8°