

341681



P A T E N T E D E
- I N V E N C I O N

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre

"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LOS SISTEMAS DE FI-
BRADO CON CONDENSADORES REFRIGERADOS".

Y LA CONSULTA
EXPEDICION DE
CERTIFICACIONES

Solicitante : D. Juan. E. CAÑALS SOLER,
de nacionalidad española, con domici-
lio en Madrid (16), calle de Juan-Ra-
món Jiménez, número 2.

Inventor : El mismo solicitante.



- El presente invento se refiere a perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotor(es) refrigerado(s), desarrollados para ser aplicados en procesos de hilado y para la fabricación de fibras minerales en general.

5 Tal como se usa aquí el término "fibras minerales", se entiende que incluye toda clase de materias fibrosas, obtenidas a partir de escorias ácidas o básicas (arenas de escorias, escorias de afino, escorias de descomposición, escorias de hornos altos, escorias de lavado, escorias espumosas, etc), a partir de mezclas de escorias, a partir de escorias o mezclas de
10 las mismas con minerales, a partir de rocas, a partir de mezclas de rocas o de diversas composiciones a base de minerales, con o sin aditivos, a partir de vidrios de cualquier clase o composición, así como a partir de mezclas de éstos y de otros
15 materiales termoplásticos o licuables con calor.

Los productos que se pueden obtener, son, entre otros, los siguientes : fibras y lanas minerales en general (por ejemplo, para aislamientos térmicos y acústicos), fibras y lanas de cuarzo, fibras y lanas de vidrio, fibras y lanas de escoria(s) y fibras y lanas de roca(s) (por ejemplo, fibras y lanas de basalto).

Muy recientemente, los fabricantes de fibras minerales han propuesto utilizar simultáneamente varios rotores de fibrado. La velocidad periférica de los mismos está generalmente comprendida entre unos 10 y un máximo de unos 160 metros por
25 segundo. Las fibras, como es conocido, se obtienen a partir de partículas de material fundido que abandonan las superficies (preferentemente provistas de ranuras) de los rotores utilizados, desprendiéndose del anillo de material incandescente que se forma sobre el rotor. Estas partículas, bajo la
30



acción de la fuerza centrífuga, se estiran y solidifican luego para formar fibras o hilillos más o menos largos y más o menos finos.

5 A partir de una cierta velocidad de rotación, la temperatura del disco o rotor de fibrado carece de importancia : en efecto, con velocidades de rotación muy elevadas el tiempo de permanencia del material fundido sobre el disco o rotor es muy reducido. Si este período de permanencia es de fracciones de segundo, por ejemplo, la temperatura
10 del disco o del rotor resulta ser un factor casi despreciable, ya que la disminución de la temperatura y el incremento de la viscosidad del material fundido que se transforma en fibras se deben principalmente al fraccionamiento del chorro de alimentación en una multitud de partículas o gotas
15 de dimensiones muy reducidas.

Si, de una parte, el intercambio de calor entre el disco o rotor de fibrado y las materias primas a transformar en fibras finas adquiere importancia cuando se inunda el disco o forma un anillo incandescente de material fundido
20 contra las paredes exteriores del rotor, de otra parte, el intercambio de calor es despreciable tan pronto como no se acumulan materias primas y cuando el período de permanencia se reduce a valores igualmente despreciables desde un punto de vista térmico.

25 Si el disco centrifugador, la copa de hilado o el rotor de fibrado reciben más materias primas en estado líquido o líquido-pastoso que las que pueden transformar casi instantáneamente en partículas o gotas de dimensiones muy reducidas y más o menos constantes, se producen entonces
30 películas o "films" de material fundido o termoplástico. Estas condiciones de "sobre-alimentación" suelen llamarse "inundación" del disco o rotor y pueden producirse a propósito : en lugar de obtenerse inmediatamente partículas



y luego fibras o hilillos, se obtienen películas delgadas, las cuales suelen fraccionarse más tarde, si la viscosidad y la tensión superficial del material tratado lo permiten. Se han desarrollado rotores caracterizados por llantas de

5 acero especial, resistente al calor y al ataque químico por parte de algunas materias primas a fibrar, generalmente muy agresivas en estado líquido. Se utilizan rotores o discos de platino, platino/rodio y platino/rutenio así como discos o rotores a base de materiales refractarios, a base de óxi-

10 dos cerámicos e igualmente cermets. Se han experimentado rotores de níquel toriado y de níquel estabilizado con circonio o torio. En efecto, la temperatura de los discos, de los rotores o de las llantas puede alcanzar más de 1.500

15 grados centígrados, según la temperatura y las características de las materias primas utilizadas. Estas condiciones de servicio, muy severas, llevan al desarrollo de nuevas aleaciones, específicas de la fabricación de fibras minerales.

Son ampliamente conocidos los métodos o sistemas de fibrado objetos de las Patentes de Introducción en España números 294.667, 294.669 y 299.256. Son igualmente conocidos los procedimientos de fibrado objetos de las Patentes de Invención españolas números 226.949 y 296.964 y del Certificado de Adición número 256.229.

20

Recientemente, se ha explicado como llantas de acero especial al cromo-níquel, cromo-molibdeno y otras aleaciones especiales no especificadas, resistentes al calor y al ataque químico por parte del caldo de minerales a fibrar, son sometidas a una rápida erosión y a un desgaste muy pronunciado,

25

30 debido, principalmente, a la temperatura siempre muy elevada de las materias primas a transformar en fibras. Por otra parte, se explica como la superficie metálica de los rotores resulta aleada - en alguna extensión - con las materias pri-



mas a transformar en fibras. Algunos fabricantes pretenden haber experimentado como una reducci3n sensible de la temperatura de los rotores, desde la temperatura del caldo (que puede ser superior a 1.500 grados cent3grados) hasta, por

5 ejemplo, unos 300 a 500 grados, incrementa considerablemente la vida 3til de los mismos y permite elevar su velocidad de rotaci3n, tanto para aumentar la capacidad de producci3n como para producir fibras m3s finas, m3s regulares y exactas de no-fibrados o desecho. El invento y las mejoras asi

10 conseguidas se describen detalladamente en la Memoria descriptiva correspondiente a la Patente de introducci3n en Espa1a, n3mero 299.256 : la refrigeraci3n del rotor hueco se efect3a mediante un l3quido vaporizable, preferentemente agua, introducido en el interior del rotor a trav3s de su

15 eje de accionamiento, hueco igualmente. Este rotor est3 constituido por una especie de disco o llanta, de espesor constante o casi constante, caracterizado por un agujero central de grandes dimensiones. Dos placas, denominadas "placas extremas", aseguran la estanqueidad del rotor. La

20 altura de la llanta es importante igualmente, ya que el caldo es fibrado por la superficie lateral de la misma. Se dice que la temperatura del rotor debe estar comprendida entre unos 315 y unos 482 grados cent3grados, aproximadamente, y que un "sobre-enfriamiento", con reducci3n de la

25 temperatura media del rotor de fibrado hasta la del agua caliente, por ejemplo, enfria indebidamente el material fundido a transformar en fibras y da, como resultado inmediato, fibras bastante groseras, una producci3n reducida y desecho o no-fibrados en cantidades m3s importantes. Partiendo de

30 los datos inherentes a la Memoria descriptiva, la velocidad perif3rica de estos rotores est3 comprendida entre unos 13 y unos 110 metros por segundo, aproximadamente.



Las características inherentes al llamado "sobre-enfriamiento" son fundadas, ya que este sistema de fibrado de "Johns Manville Corporation" se basa en un anillo permanente de material fundido incandescente, que debe forzosamente formarse sobre la pared exterior de la llanta del rotor refrigerado. Como consecuencia directa de un período de permanencia importante del caldo a fibrar sobre la llanta del rotor, debemos descartar todo sistema de refrigeración total: esta particularidad, específica del sistema de fibrado, limita las condiciones de servicio del rotor, y, consiguientemente, la calidad y cantidad de los productos obtenidos.

El rotor utilizado por parte de otro fabricante se caracteriza igualmente por un agujero central, muy importante, los valores del radio exterior (r_e) del rotor aproximándose mucho a los valores característicos del radio interior (r_i) del mismo.

Este rotor, generalmente tronco-cónico, es alto y sus paredes laterales están provistas de un gran número de orificios - generalmente varios millares - de aproximadamente un milímetro de diámetro medio, a través de los cuales pasan los materiales fundidos procedentes de un horno de fusión y que se han venido acumulando en el interior de este rotor hueco. El caldo es distribuido de forma más o menos uniforme contra las paredes interiores de los rotores, mediante cuerpos interiores, a base de palieres horizontales o inclinados, a base de órganos distribuidores dotados de ranuras radiales, o mediante cuerpos huecos, dispuestos según el eje del rotor, y que llevan, sobre su periferia, varias series de orificios de proyección a través de los cuales la materia es proyectada sobre la periferia del cuerpo giratorio portador de los orificios principales de proyección.



Estos últimos rotores, utilizados por parte de la "Compagnie de Saint-Gobain", no pueden refrigerarse de forma eficaz por acumular caldo en su interior y su temperatura se aproxima bastante a la del material fundido a fibrar. Consiguientemente, su velocidad de rotación es igualmente limitada y su vida útil es de unas 500 horas, pese a la utilización de metales preciosos.

La tensión tangencial que aparece en discos o rotores provistos de agujero central viene dada por la fórmula siguiente :

$$T_t = 0,825 \cdot m \cdot v^2 \left(1 + 0,212 \frac{r_i^2}{r_e^2} \right) \quad (1)$$

en la cual m representa la masa específica del material del disco o rotor, v representa la velocidad periférica del disco o rotor, r_i representa el radio interior y r_e representa el radio exterior del disco o rotor (eventualmente los radios respectivos de la llanta).

A título de ejemplo ilustrativo, consideraremos un disco, rotor o llanta de 200 milímetros de radio exterior (r_e) y de 100 milímetros de radio interior (r_i). La tensión tangencial (T_t) que aparece a 6.000 revoluciones por minuto, utilizando una aleación a base de platino, caracterizada por un peso específico de unos 20 kilogramos por decímetro cúbico, es de unos 27,9 kp/mm².

Si en lugar de una aleación a base de platino acudimos a un acero especial, resistente a la corrosión y apto para temperaturas de servicio muy elevadas, caracterizado por un peso específico de unos 8,0 kilogramos por decímetro cúbico, la tensión tangencial se reduce sensiblemente, hasta unos 11,1 kp/mm².

Notamos inmediatamente como las tensiones pueden ser hasta 2,5 veces más elevadas tan pronto como se acude a



aleaciones a base de platino/rodio o platino/rutenio. En efecto, su peso específico puede ser más de 2,5 veces más elevado igualmente. Esta característica demuestra que puede resultar ventajoso acudir a aceros especiales en ciertos casos, con rotores determinados, tanto por lo que se refiere a su vida útil como a consideraciones de tipo económico.

Reduciendo el número de vueltas del rotor de unas 6.000 a 5.000 revoluciones por minuto, obtenemos las tensiones tangenciales (T_t) siguientes :

- a) 19,4 kp/mm² para aleaciones a base de platino.
- b) 7,7 kp/mm² para aceros especiales.

La resistencia a la rotura, para 100 horas de servicio, es la siguiente :

- 15 1ª) a 300 grados centígrados :
Pt 100% : 8,1 kp/mm². Pt/10% Rh : 20,5
kp/mm². Pt/4% Ru : 26,2 kp/mm².
- 20 2ª) a 500 grados centígrados :
Pt/100% : 4,7 kp/mm². Pt/10% Rh : 14,7
kp/mm². Pt/4% Ru : 22,6 kp/mm².
- 3ª) a 700 grados centígrados :
Pt 100% : 2,3 kp/mm². Pt/10% Rh : 7,4
kp/mm². Pt/4% Ru : 10,5 kp/mm².
- 25 4ª) a 900 grados centígrados :
Pt 100% : 1,2 kp/mm². Pt/10% Rh : 2,7
kp/mm². Pt/4% Ru : 3,3 kp/mm².

Al acudir a aceros especiales, las condiciones de servicio a altas velocidades y temperaturas elevadas mejoran de forma muy notable : en efecto, la aleación 58% Ni, 19,5% Cr, 18% Co y 1,4% Al, se caracteriza por una resistencia de 21,5 kp/mm² a 700 grados, 13 kp/mm² a 750 grados y 7 kp/mm² a 800 grados y para 10.000 horas de servicio (los datos anteriores, líneas 15 a 26, se referían a 100 horas de servicio solamente).



La aleación constituida por un 57,5% Ni, 15% Co, 15% Cr, 4% Ti, 5% Al y 3,5% Mo, muy resistente a la fluencia lenta y obtenida por fusión en vacío, se caracteriza por una resistencia de 110 kp/mm² a 500 grados, 100 kp/mm² a 800 grados y 78 kp/mm² a 900 grados. Las pruebas efectuadas con una tensión tangencial constante de 40 kp/mm² han dado los resultados siguientes :

- a) 880 grados : 102 horas de servicio.
- b) 825 grados : 309 horas de servicio.
- 10 c) 770 grados : 1012 horas de servicio.
- d) 690 grados : 4364 horas de servicio.

Estos valores corresponden a los valores de las curvas de Larson-Miller dados por el fabricante de esta aleación especial a base de cobalto.

15 Las tensiones tangenciales (T_t) que aparecen tan pronto como se utilizan discos, llantas o rotores provistos de un agujero central pasante limitan considerablemente la velocidad de rotación para un mismo radio exterior (r_o). Es evidente que una refrigeración adecuada y controlada, hasta 20 reducir las temperaturas medias a valores inferiores a unos 500 grados permite mejorar las condiciones de servicio. Sin embargo, la velocidad periférica del disco o del rotor no puede nunca alcanzar 200 metros por segundo si la temperatura media en servicio continuo es superior a 800 grados 25 y si el disco o rotor está provisto de un taladro central pasante.

Partiendo de los desarrollos conocidos hasta la fecha y de la fórmula (1) citada en la página 7 anterior, proponemos la utilización exclusiva de discos, llantas o rotores no provistos de agujero central o de taladro pasante 30 en sus respectivos ejes de rotación. En efecto, al utilizar elementos no provistos de taladro central pasante, los valores característicos de la tensión tangencial vienen dados por la fórmula siguiente :



$$T_t = 0,4125 \cdot m \cdot v^2 \quad (2)$$

en la cual m representa la masa específica de la aleación utilizada y v representa la velocidad periférica del disco, de la llanta o del rotor de fibrado.

5 Destaca inmediatamente, comparando con la fórmula (1), como el hecho de utilizar elementos no provistos de taladro central pasante permite reducir los valores de la tensión tangencial (T_t) en un 50 por ciento. Esta forma de proceder permite alcanzar velocidades periféricas mayores, del
10 orden de unos 300 a 400 metros por segundo, según el tipo de refrigeración y las características del material a transformar en fibras.

Aplicando los sistemas de fibrado con rotor(es) patentados hasta la fecha, resulta perjudicial refrigerar
15 los rotores de forma total. En efecto, tal y como los fabricantes han venido explicando en las Memorias descriptivas de sus patentes, el material a transformar en fibras debe formar un anillo permanente sobre la superficie del disco o de la llanta del rotor y este anillo
20 de material fundido a alta temperatura debe igualmente permanecer incandescente. Esta condición nos obliga, a priori, a mantener temperaturas que no podemos considerar como bajas, ya que el referido anillo debe permanecer en estado incandescente. A posteriori, esta particularidad nos obliga a reducir la eficacia de un buen
25 sistema de refrigeración, para evitar un "sobre-enfriamiento" del anillo incandescente.

Por lo que se refiere a los sistemas de fibrado con rotores provistos de orificios en sus paredes laterales, toda refrigeración efectiva del rotor resulta
30 imposible desde un punto de vista procedimental : las cantidades de vidrio acumuladas en el interior del rotor son importantes y su tiempo de permanencia es térmicamente grande. Cualquier tipo de refrigeración



reduciría el número de Reynolds del vidrio, debido al incremento de la viscosidad cinemática del material a fibrar, incrementaría el coeficiente de rozamiento del caldo en el interior de los orificios practicados en las paredes laterales del rotor, y, consiguientemente, la pérdida de carga. Por otra parte, la velocidad de paso del caldo de vidrio a través de los orificios de proyección es muy pequeña, generalmente inferior a 0,10 metros por segundo, lo que contribuye a incrementar el intercambio de calor entre el material fundido y el rotor de fibrado.

Sabemos, por la literatura especializada, que el tamaño de las partículas o gotas formadas por un disco o rotor viene dado por la fórmula siguiente :

$$d = 3,8 (T/D \cdot q)^{0,5} / w \quad (3)$$

en la cual d representa el tamaño de la partícula formada por acción de la fuerza centrífuga, D representa el diámetro del disco, llanta o rotor, T representa la tensión superficial del material a fibrar, q representa su densidad y w la velocidad angular del disco, llanta o rotor.

El material a fibrar fluye en dirección del borde del disco o rotor y se acumula hasta que la fuerza centrífuga de la masa acumulada sea superior a las fuerzas de retención originadas por la tensión superficial (la cual varía con la temperatura y consiguientemente con la viscosidad). Resulta lógico esperar una proporcionalidad entre el producto de la masa de la partícula formada y la fuerza aceleradora y entre el producto de la tensión superficial y la dimensión de las partículas formadas. Consiguientemente :

$$3,1416 \cdot d^3 \cdot q/6 \cdot w^2 \cdot D/2$$



es proporcional a T . . d. Luego :

$$d \cdot w (D \cdot q/T)^{0,5} = \text{constante} \quad (4)$$

La validez de las ecuaciones (3) y (4) ha sido demostrada experimentalmente por varios investigadores para valores de w comprendidos entre 50 y 20.000 radianes por segundo; para valores de D comprendidos entre 2 y 40 centímetros de diámetro; para valores de q comprendidos entre 0,80 y 15,0 gramos por centímetro cúbico; para valores de T comprendidos entre 20 y 500 dina/centímetro y para valores de d comprendidos entre 300 y 0,50 milésimas de milímetro (micras). Para la mayor parte de los fluidos experimentados, el valor de la ecuación (4) es casi constante, caracterizándose por un valor medio de 3,80. No obstante y para ciertos fluidos, este valor puede estar comprendido entre 2,5 y 7,0.

Las partículas proyectadas por el disco o por el rotor son frenadas o aceleradas por el gas o por el aire que las rodea. Forman una especie de "aro" alrededor del dispositivo centrifugador. La altura de este aro con referencia al disco o al rotor depende de la inclinación o de la conicidad del disco o rotor así como del ángulo de soplado, caso de añadir un soplado radial o axial a la acción de la fuerza centrífuga.

El radio característico de este aro varía muy poco con el fluido a fibrar. Es directamente proporcional al diámetro de las partículas formadas. Si, a primera vista, puede parecer que las partículas formadas obedecen a la ley de Stokes, la experiencia ha demostrado que no era cierto. Considerando el número de Reynolds de las partículas formadas en el instante mismo de su proyección fuera del disco, comprobamos como éste está igualmente fuera del alcance de la ley de Stokes. Es así que :

$$Re = vd/u = wDd/2u = 2,25/u (TD/q)^{0,5} \quad (5)$$



En (5) Re representa el número de Reynolds; u representa la viscosidad cinemática del gas que rodea el disco o rotor; T representa la tensión superficial; D representa el diámetro del disco; q representa el peso específico del fluido a fibrar y w representa la velocidad angular del disco o rotor.

Para ciertos investigadores, la ley de Stokes prevalece cuando Re es inferior a la unidad. Hemos comprobado que :

$$Re = r^2 \cdot w / u \quad (6)$$

tan pronto como se añade un soplado radial o axial a la acción de la fuerza centrífuga. En (6) r representa el radio del disco o rotor; w representa la velocidad angular y u representa la viscosidad cinemática de las materias a transformar en fibras.

Por otra parte, si la distancia de proyección de las partículas o gotas formadas (L) es función del diámetro medio de las mismas (d), de la velocidad de proyección (v_p), de la viscosidad del aire o gas que rodea el dispositivo centrifugador (z) y del peso específico de las partículas o gotas formadas (q), el análisis dimensional demuestra que :

$$L / d = \text{constante} \quad (7)$$

Para conocer el comportamiento de un mismo fluido, tanto al incrementar el número de revoluciones del rotor como su diámetro útil, hemos procedido a efectuar varias series de ensayos, con cuatro rotores distintos.

La tensión superficial del fluido era de 40 dina/cm; su viscosidad de 0,350 Poises y su peso específico de 1,20 gramos/cm³ a 20 grados centígrados. Los resultados obtenidos han sido los que se expresan en la Tabla que se reproduce a continuación :



	<u>Diámetro del rotor en cm.</u>	<u>Número de revoluciones/miuto</u>	<u>Diámetro medio de las partículas (micras)</u>
	2	1.010	1.412
5	2	1.992	661
	2	3.001	484
	4	1.050	973
	4	2.000	486
	4	2.990	287
10	8	995	740
	8	1.990	312
	8	3.060	181
	16	1.070	478
	16	2.010	185
15	16	3.000	102
	16	4.100	86
	16	5.020	64
	16	5.990	47
	16	7.000	32
20	16	8.050	19
	16	9.030	11
	16	10.030	8
	16	11.010	6
	16	12.030	4
25	16	13.000	3

Estos resultados coinciden con los que han sido hallados por otros investigadores y publicados en la literatura técnica, siendo la variación del diámetro medio de las partículas formadas inferiores a un 10 por ciento, aproximadamente.

Resulta evidente que el tamaño de las partículas formadas y consiguientemente el de las fibras producidas depende directamente de la velocidad periférica del disco o rotor.



Para :

- a) mejorar la calidad de los productos fabricados.
- b) incrementar la capacidad de producción.
- c) reducir la cantidad de desecho o de no-fibrados.
- 5 d) reducir los costes de explotación.

es necesario incrementar sensiblemente la velocidad de proyección de las partículas, es decir la velocidad periférica del disco o del rotor.

10 Sin embargo, este incremento de la velocidad implica forzosamente :

- 1ª) acudir a materiales o aleaciones caracterizados por una resistencia muy elevada, incluso a temperaturas altas.
- 2ª) acudir a materiales o aleaciones caracterizados por un peso específico reducido.
- 15 3ª) evitar acumulaciones de materias primas a fibrar sobre el disco, la llanta o en el interior del rotor.
- 4ª) reducir el tiempo de permanencia del caldo sobre el disco, sobre la llanta o en el interior del rotor.
- 20 5ª) refrigerar el disco, la llanta o el rotor de forma perfecta.
- 6ª) acudir a materiales o aleaciones caracterizados por una resistencia elevada al ataque químico por parte de las materias primas a fibrar.
- 25

Estas especificaciones pueden cumplirse aplicando los perfeccionamientos inherentes al presente invento. Estos radican, fundamentalmente, en lo siguiente :

- 30 I. Montar un disco de acero especial no provisto de taladro central pasante en su eje de rotación.
- II. Montar el disco sobre un porta-disco provisto de taladro central para el paso del agente refrigerante.



En efecto, por lo que se refiere al disco no provisto de taladro pasante en su eje de rotación - único elemento del rotor expuesto al contacto con las materias primas a transformar en fibras - sustituyendo por valores en la ecuación (2) de la página 10, obtenemos, para 6.000 revoluciones por minuto con un radio exterior (r_e) de 200 milímetros :

$$T_t = 5,30 \text{ kp/mm}^2$$

en lugar de $27,9 \text{ kp/mm}^2$ y $11,1 \text{ kp/mm}^2$, aproximadamente,

valores correspondientes a discos provistos de agujero central pasante, a base de metales preciosos y acero, respectivamente. En nuestro caso, es decir aplicando los perfeccionamientos específicos del presente invento, la tensión tangencial $T_t = 27,9 \text{ kp/mm}^2$ aparece a unas 13.500 revoluciones por minuto, aproximadamente, lo que demuestra la eficacia del sistema propuesto.

Se ha comprobado como las mejoras conseguidas son aún superiores si se acude a aceros que han sido sometidos a un temple secundario. En efecto, estos se caracterizan por una resistencia a la rotura en 100 horas a 480 grados de unos 126 kp/mm^2 y una resistencia a la fluencia de 0,001 por ciento a $91,0 \text{ kp/mm}^2$.

Ajustando debidamente la temperatura de revenido de aceros especiales, elaborados por medio de un tratamiento térmico nuevo, se pueden obtener discos o porta-discos caracterizados por una resistencia a la rotura de hasta 210 kp/mm^2 , sin peligro de encontrar intervalos de fragilidad de revenido o de fragilidad térmica. Estos aceros especiales, de baja aleación y coste reducido, son de templabilidad profunda, extremadamente elevada. Por enfriamiento lento, se eliminan todas las tensiones internas de temple. Los discos o porta-discos se mecanizan completamente, bajo tolerancias muy estrechas, y luego sufren el nuevo tratamiento



térmico, consistiendo en un temple en una atmósfera controlada. Para incrementar la resistencia a la oxidación y para superar la de los aceros inoxidable entre 700 y 970 grados, se les da un aluminado después del primer temple normal a 990 - 1020 grados, en el transcurso del segundo temple a 700 - 740 grados, sumergiendo las piezas en aluminio fundido. Se obtienen buenos resultados sumergiendo en níquel toriado a temperaturas más elevadas, en el transcurso de un primer temple a 1300 grados.

10 Estos aceros especiales, lejos de ablandarse en el transcurso del segundo temple, como ocurre con la mayoría de los aceros inoxidable, experimentan un incremento muy fuerte en su dureza y en su resistencia, templados desde 500 a 550 grados. De todas las aleaciones experimentadas, 15 éstas, que contienen solo un 4,5 a 7,5 por ciento de cromo, han demostrado ser las que presentan el máximo de rigidez, proporcionada por los fenómenos del temple secundario. Este fenómeno se consigue mediante un doble recocido a una temperatura comprendida entre 500 y 670 grados. El contenido de carbono es de un 0,30 a 0,50 por ciento, el de cromo de un 4,5 a 7,5 por ciento, el de vanadio de un 0,5 a 20 1,5 por ciento y el de molibdeno de un 1,0 a 2,5 por ciento.

Comprobamos como la resistencia para 100 horas de 25 servicio a 500 grados es 5,3 veces más elevada que con aleaciones a base de platino - 4% rutenio (120 kp/mm^2 contra $22,6 \text{ kp/mm}^2$), 8,16 veces más elevada que con aleaciones a base de platino - 10% rodio (120 kp/mm^2 contra $14,7 \text{ kp/mm}^2$) y 2 a 4 veces más elevada que con aceros inoxidable o refractarios. 30

El acero "Vascojet 1000", fabricado en Estados Unidos por parte de "Vanadium Steel Co.", que contiene un 5 por ciento de cromo, reúne características muy similares.



Según las características de las materias primas a transformar en partículas y luego fibras más o menos finas, puede resultar ventajoso, en ciertos casos, acudir a discos de níquel toriado tratados en un baño de cromo.

5 En efecto, las aplicaciones del níquel toriado (96 a 98% níquel, resto óxido de torio) en la producción moderna de fibras de vidrio son conocidas, sobre todo desde la publicación de la Patente de invención británica número 1013702, en la cual se reivindica un rotor de hilado o de fibrado

10 provisto de orificios de proyección.

En nuestro caso particular, contrariamente a lo que ocurre aplicando la citada Patente británica, la utilización de níquel toriado no se refiere a un rotor o cuerpo hilador provisto de varias series de orificios de pro-

15 yección : se limita exclusivamente a la utilización de uno o varios discos del tipo de Laval, desprovistos de cualquier orificio de proyección y taladro central pasante, de espesor mínimo en el contorno exterior y no excesivamente abovedados, de tal forma que las tensiones respecto

20 del plano de simetría son pequeñas. Estos discos se montan sobre o entre sus respectivos porta-discos y sus caras opuestas al caldo a fibrar están bañadas por el agente refrigerante introducido a través de los porta-discos o del único porta-disco(s).

25 El nuevo sistema consiste pues en montar discos siempre desprovistos de orificios de proyección y de taladro central pasante, a base de aceros especiales de los tipos descritos o a base de níquel toriado.

Estos discos reciben radial- o axialmente las materias

30 primas fundidas a transformar en partículas y luego fibras, y se montan preferentemente sobre uno o varios porta-discos, o eventualmente entre dos o más porta-discos si el fibrado es del tipo denominado radial, con referencia al eje de simetría o eje de accionamiento del rotor de fibrado.



Disco(s) y porta-disco(s) forman una unidad de fibrado que denominamos rotor. La refrigeración se efectúa preferentemente a través del eje del porta-disco : el agente refrigerante penetra en el interior del porta-disco y lo atraviesa axialmente. Penetra luego en el interior de una especie de cámara de refrigeración, constituida por un espacio comprendido entre el disco no provisto de agujero central pasante y el porta-disco provisto de agujero central pasante. El refrigerante se introduce a presiones relativamente altas, para evitar fenómenos de cavitación, y procede generalmente de una bomba de caudal regulable. Como la(s) cara(s) del disco no expuesta(s) a las materias primas a fibrar está(n) provista(s), entre otros, de series de ranuras radiales que actúan como canales o aletas de refrigeración, el agente refrigerante, introducido en el interior del espacio comprendido entre disco(s) y porta-disco(s), es dirigido a través de estos canales o conductos de refrigeración en dirección de la periferia exterior de ambos elementos (disco y porta-disco). El radio exterior del porta-disco está provisto de una serie de orificios calibrados, a través de los cuales sale el agente refrigerante. Este último puede ser recuperado y devuelto al circuito de refrigeración, pasando, por ejemplo, a través de una torre de refrigeración.

La temperatura de la cara del disco no expuesta al contacto con las materias primas a fibrar puede regularse a partir de unos 100 a 120 grados centígrados. Como existen muy pocos puntos de contacto entre disco(s) y porta-disco(s), la temperatura media de éste segundo elemento del rotor es siempre inferior a la del disco. Por otra parte, la cámara de refrigeración central (espacio comprendido entre disco(s) y porta-disco(s) del rotor) actúa como camisa de agua.

El porta-disco puede estar provisto de aletas o de álabes en su parte o cara más alejada del disco. En este caso,



el porta-disco(s) puede actuar como un ventilador centrífugo o como un ventilador axial, según la disposición y forma de dichos álabes, tanto para incrementar la refrigeración del propio rotor de fibrado como para suministrar aire en el interior del recinto en el cual se forman las fibras a partir de las partículas proyectadas. Este aire puede igualmente ser utilizado para el transporte neumático de las fibras producidas y/o para la separación de los no-fibrados o desecho.

10 Soluciones exactas de las ecuaciones de Navier-Stokes para un flujo tridimensional han sido halladas y publicadas en la literatura especializada. El flujo laminar, sobre el disco centrifugador, animado de una velocidad angular constante, ha sido estudiado detalladamente por von Kármán. La transmisión de calor ha sido investigada por parte de Millsaps y Pohlhausen.

15 Si la distancia de proyección de las partículas formadas por acción de la fuerza centrífuga se sitúa demasiado cerca del eje de accionamiento del rotor de fibrado, es aconsejable acudir a un soplado radial complementario del sistema, utilizando, por ejemplo, gases calientes. De esta forma, las fibras y las partículas son sometidas a la acción de un flujo que puede ser laminar si así se desea de un fluido que se mueve a una velocidad preferentemente superior a unos 20 150 metros por segundo (9.000 metros por minuto), moviéndose en sentido paralelo o casi paralelo (nunca transversal como reivindicado en la Patente de Introducción en España número 25 294.669) a la trayectoria de eyección o de proyección de las partículas productoras de fibras.

30 Esta solución permite incrementar la capacidad de producción de las instalaciones de fibrado, ya que la acción de la fuerza centrífuga se combina entonces con la acción de un flujo de gases a alta velocidad y temperatura, si así se desea.

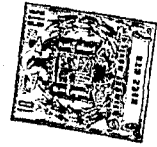


Tan pronto como se añade un soplado radial, el flujo de gases, alrededor o sobre el disco centrifugador no provisto de agujero central pasante, descompaña el papel más importante en la desintegración del chorro o de los chorros de alimentación del rotor en materias primas a fibrar. En efecto, la energía centrífuga del líquido a fibrar es más pequeña que la energía contenida en el flujo de gases. Partiendo de los experimentos realizados con atomizadores del tipo denominado "Twin-Fluid Vortex Cup Atomizer", hemos comprobado como las partículas más pequeñas se obtienen cuando el flujo de los gases es rotacional y cuando la velocidad hacia adelante es casi nula : los gases que salen de la(s) tobera(s) radial(es) lo hacen con ángulos superiores a 90 grados con referencia al eje de accionamiento, lo que da un ángulo efectivo del cono de más de 180 grados. En nuestro caso particular, en lugar de dar el movimiento rotacional a los gases del soplado radial, lo damos al material fundido, a través del rotor de fibrado.

Finalmente, hemos comprobado como las características técnicas de los productos obtenidos partiendo de caldos de minerales mejoraban tan pronto como el ángulo de soplado radial estaba comprendido entre 15 y 40 grados, con referencia a una perpendicular al eje de accionamiento del rotor.

Resumiendo, las mejoras aportadas por estos perfeccionamientos en sistemas de fibrado con rotor(es) refrigerado(s) son, entre otras, las siguientes :

- 1º) Gran incremento de la velocidad periférica del rotor.
- 2º) Incremento de la capacidad de producción.
- 3º) Obtención de productos de mejor calidad.
- 4º) Reducción de las inversiones.
- 5º) Reducción de los costes de producción.



- 6a) Incremento de la vida útil de los rotores utilizados.
- 7a) Posibilidad de alimentar los rotores de fibrado con materias primas tanto de forma radial como axial.
- 8a) Posibilidad de incrementar la capacidad de producción y la calidad de los productos obtenidos añadiendo un soplado radial.

5

10 Las mejoras y novedades específicas de los presentes perfeccionamientos modifican sustancialmente las condiciones de servicio y las características de las fibras formadas, de tal forma que con su puesta en práctica o utilización se obtienen resultados industriales nuevos.

15 Una vez descrita la invención y las mejoras aportadas así como las diferencias sustanciales con otros sistemas de fibrado con bastante detalle, se comprenderá que no es preciso adoptar estos detalles constructivos o procedimentales de forma estricta, sino que pueden introducirse varios cambios y modificaciones, que pueden ocurrirse a un experto en la materia, sin por tanto apartarse del espíritu y alcance de la presente invención.

20

El solicitante se reserva el derecho de extender esta demanda a los países extranjeros, reivindicando la misma prioridad de la presente solicitud, al amparo de los

25 Convenios Internacionales para la protección de la Propiedad Industrial.

Igualmente el solicitante se reserva el derecho de introducir, en la presente Invención, cuantos perfeccionamientos sobre la misma puedan derivarse en el futuro por la experiencia industrial acumulada, mediante la solicitud de los Correspondientes Certificados de Adición, en las formas señaladas en el "Estatuto sobre Propiedad Industrial".

30



N O T A

La Patente de invención que se solicita en España, por veinte años, deberá recaer sobre : "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LOS SISTEMAS DE FIBRADO CON ROTORES REFRIGERADOS", según las características de las siguientes :

R E I V I N D I C A C I O N E S

- 1a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, caracterizados porque consisten en utilizar uno o varios rotores, constituidos por lo menos por dos elementos principales, estando el primero de los mismos en contacto directo con las materias primas a transformar en fibras por acción de la fuerza centrífuga y caracterizándose por estar desprovisto de cualquier agujero o taladro central pasante y estando el segundo elemento colocado de tal forma que no puede estar en contacto directo con las materias primas a fibrar en condiciones normales de servicio.
- 2a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según la reivindicación primera, caracterizados porque consisten en montar uno o varios discos desprovistos de taladro o agujero central pasante sobre uno o varios portadiscos provistos de taladro central pasante en su eje de rotación.
- 3a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera y segunda, caracterizados porque consisten en montar uno o varios discos, desprovistos de taladro o agujero central pasante, entre dos o más portadiscos provistos de taladro central pasante en su eje de rotación.



- 4a.- Perfeccionamientos introducidos en sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las tres primeras reivindicaciones, caracterizados porque los discos desprovistos de taladro central pasante están constituidos por una aleación a base de níquel toriado, con un contenido de níquel comprendido entre un 94 y un 98 por ciento.
- 5
- 5a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda y tercera, caracterizados porque los discos y porta-discos, que constituyen el rotor propiamente dicho, están constituidos por aleaciones a base de un 0,30 a 0,50 por ciento de carbono, de un 4,5 a 7,5 por ciento de cromo, de un 0,5 a 1,5 por ciento de vanadio y de un 1,0 a 2,5 por ciento de molibdeno.
- 10
- 15
- 6a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda y tercera, caracterizados porque los discos y porta-discos están constituidos por una aleación de alta resistencia, caracterizada por una resistencia a la fluencia de 0,001 por ciento superior a 75 kp/mm^2 en cien horas de funcionamiento a 480 grados centígrados.
- 20
- 25
- 7a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda, tercera, quinta y sexta, caracterizados porque consisten en rotores constituidos por una aleación caracterizada por una resistencia a la rotura superior a 95 kp/mm^2 en cien horas de funcionamiento a 480 grados centígrados.
- 30
- 8a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda y tercera, caracterizados por-



- que consisten en rotores constituidos por una aleación caracterizada por un contenido en carbono no superior al 0,20 por ciento, un contenido en titanio comprendido entre un 3,5 y 4,5 por ciento, un contenido en aluminio comprendido entre un 4,5 y 5,5 por ciento, un contenido en cobalto no superior al 17 por ciento y un contenido en níquel no inferior al 48 por ciento.
- 5
- 9ª.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque consisten en añadir un soplado radial, paralelo a la trayectoria de proyección de las partículas productoras de fibras.
- 10
- 10ª.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda y tercera, caracterizados porque radican en un ángulo de soplado radial comprendido entre 10 y 50 grados, tomando como referencia una perpendicular al eje de accionamiento del rotor de fibrado.
- 15
- 11ª.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda y tercera, caracterizados porque consisten en uno o varios rotores alimentados radialmente con las materias primas a transformar en fibras por acción de la fuerza centrífuga.
- 20
- 12ª.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda y tercera, caracterizados porque consisten en uno o varios rotores alimentados axialmente con las materias primas a transformar en fibras por acción de la fuerza centrífuga.
- 25
- 13ª.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de fibrado con rotores refrigerados, según las reivindicaciones primera, segunda, tercera, décimoprimer y décimosegunda
- 30



da, caracterizados porque consisten en añadir un so-
plado radial a la acción de la fuerza centrífuga.

14a.- Perfeccionamientos introducidos en los sistemas de
fibrado con rotores refrigerados.

5

Según queda descrito en la presente Memoria descripti-
va, que consta de veintiseis hojas foliadas, escritas a má-
quina por una sola de sus caras.

Madrid, a doce de Junio de mil novecientos sesenta y siete.

Juan-E. Canals Soler