

TITULO DE LA INVENCION: FUSIÓN Y FIBRILADO DE LANA DE VIDRIO RECICLADA

[0001] La presente invención se refiere a una composición de materias primas adecuada para ser cargada en un horno de vidrio, fundida y luego fibrilada por centrifugación externa. Además, se refiere a los métodos para fundir y fibrar esta composición por centrifugación externa, así como a la lana mineral obtenida por estos métodos.

[0002] Se sabe que es posible “reciclar” una mezcla de lana mineral haciéndola fundir en un horno de vidrio con vistas a fibrarla de nuevo. Entre las muchas ventajas de dicho reciclado de residuos de lana mineral se encuentra la mejora de la eficiencia energética del horno de vidrio, ya que la mezcla de lana mineral recogida es más fácil de fundir que una composición de materia prima “convencional” que comprenda, entre otras, grandes cantidades de sílice.

[0003] En el sentido de la invención, dicha mezcla de lana mineral comprende uno o varios tipos de fibras procedentes de su producción (residuos de fábrica), por ejemplo, del corte y/o desguace de esteras de lana mineral, o de obras de construcción (residuos de obras de construcción o residuos de obras de demolición) y/o de canales de reciclaje que permitan recuperar dichas fibras de los productos finales, se hayan utilizado o no. Otros tipos de materiales pueden combinarse con fibras minerales, por ejemplo, papel, láminas de aluminio o bituminosas, o piezas de palés de madera.

[0004] Dichas fibras minerales pueden estar compuestas, en particular, de vidrio y/o de roca. Se conocen entonces como lana de vidrio y lana de roca, respectivamente. Estos dos tipos de lana mineral difieren entre sí por su composición, por su proceso de fusión, pero también por el método de fibrilado asociado.

[0005] En el sentido de la invención, una lana mineral comprende, excluyendo el apresto

SiO₂ 30 a 75% en peso,

CaO+MgO: 5 a 40% en peso,

Al₂O₃: 0 a 30% en peso,

Na₂O+K₂O: 0 a 20% en peso,

Óxido de hierro: 0 a 15% en peso.

[0006] Los principales componentes de una lana de roca (también denominada “vidrio negro” por el experto en la materia) son, excluyendo el apresto

SiO₂ 30 a 50% en peso,

5 Al₂O₃: 10 a 22% en peso,

CaO+MgO: 20 a 40% en peso,

Óxido de hierro: 0 a 15% en peso,

Na₂O+K₂O: 1 a 10% en peso.

10 [0007] Por el contrario, los principales componentes de una lana de vidrio son, excluyendo el apresto

SiO₂ 50 a 75% en peso,

Al₂O₃: 0 a 8% en peso, preferentemente 0,5 a 6,0%,

CaO+MgO: 5 a 20% en peso,

15 Óxido de hierro: 0 a 3% en peso,

Na₂O+K₂O: 12 a 20% en peso,

B₂O₃: 0 a 10% en peso.

20 [0008] La fusión de la roca (basalto o escoria de alto horno) requiere generalmente calentar las materias primas a temperaturas sensiblemente superiores a las de la fusión del vidrio ordinario. Tradicionalmente, este proceso se lleva a cabo en hornos de cubilote, calentados con grandes cantidades de coque a temperaturas de unos 1500°C. Los hornos refractarios, utilizados tradicionalmente para la fusión del vidrio, no pueden soportar las altas temperaturas necesarias para fundir la roca.

25

[0009] Asimismo, los procesos de fibrilado de estas lanas minerales dependen directamente de su composición respectiva, por lo que no son intercambiables.

30 [0010] Así, el método de fibrilado utilizado habitualmente para producir fibra de roca es el método conocido como centrifugado externo. Para este método, el material que se va a fibrar se vierte en estado fundido sobre las bandas de rodadura periféricas de unas ruedas centrífugas que están girando, es acelerado por estas ruedas, se desprende de ellas y se transforma parcialmente en fibras bajo el efecto de la fuerza centrífuga, emitiéndose una corriente de gas tangencialmente a las bandas de rodadura periféricas

35 de las ruedas para recoger el material fibrilado separándolo del material no fibrilado y

transportándolo a un miembro receptor. Puede hacerse referencia, por ejemplo, al fibrilado por centrifugación externa, en la solicitud de patente EP195725.

5 [0011] Este método de fibrilado de la lana de roca debe distinguirse del utilizado habitualmente para la fibra de vidrio, denominado método de fibrilado por centrifugación interna. Consiste en introducir una red del material estirable en estado fundido en una centrifugadora, también llamada hiladora de fibrilado, que gira a gran velocidad. Dicha centrifugadora de fibrilado puede estar equipada alternativamente con un fondo y está perforada en su periferia por un gran número de orificios a través de los
10 cuales se pulveriza el material en forma de filamentos bajo el efecto de la fuerza centrífuga. Mediante un quemador de forma anular, estos filamentos se someten entonces a la acción de una corriente de arrastre anular gaseosa de alta temperatura y velocidad (pudiendo alcanzar la temperatura los 1000°C, y la velocidad los 250 m/s, según el producto deseado) que recorre la pared de la centrifugadora y los adelgaza y
15 transforma en fibras.

[0012] Existen, por tanto, diferencias notables entre la lana de roca y la lana de vidrio, en lo que respecta a su composición, su proceso de fusión, las propiedades físicas (resultantes) del material fundido que sale del horno (temperatura, viscosidad, etc.) y el
20 método de fibrilado asociado. En relación con este último aspecto, cabe señalar que un baño de roca fundida no puede ser técnicamente fibrilado por centrifugación interna, ni un baño de vidrio fundido puede ser técnicamente fibrilado por centrifugación externa.

[0013] Con respecto a estas diferencias técnicas, y en el contexto del reciclaje de fibras
25 usadas, es por tanto natural que un experto en la materia dedique el reciclaje de lana de roca a la producción de lana de roca exclusivamente, y que dedique el reciclaje de lana de vidrio a la producción de lana de vidrio exclusivamente, sin plantearse nunca mezclar estos dos campos técnicos distintos.

30 [0014] La estricta partición existente entre la utilización de los residuos de lana de vidrio, por un lado, y los residuos de lana de roca, por otro, tiene sin embargo el inconveniente de complicar los canales de suministro asociados, al aumentar el número de lugares de almacenamiento y/o la longitud de las distancias de transporte.

[0015] La invención reivindicada tiene por objeto aportar una solución técnica a los inconvenientes descritos anteriormente. Más concretamente, en al menos una realización, la técnica propuesta se refiere a una composición de materias primas aptas para ser fundidas y fibrosadas por centrifugación externa con el fin de obtener una lana mineral, caracterizada porque comprende entre un 1 y un 62% en peso de lana de vidrio.

[0016] A efectos de la invención, una composición de materia prima es adecuada para ser fibrilada por centrifugación externa cuando la temperatura (TLog1) del baño de vidrio, para una viscosidad dinámica Log 1, está comprendida entre 1390°C y 1490°C, y la diferencia (TLog1 - TLog3) entre las temperaturas correspondientes a los valores de viscosidad Log 1 y Log 3 está comprendida entre 320°C y 390°C. Como es bien sabido en el campo de la fusión del vidrio, la viscosidad dinámica se expresa en N Log Poises, que corresponde a 10N Poises (0,1 Pa.s), correspondiendo cada valor de viscosidad a una temperatura dada del baño de vidrio.

[0017] La invención se basa en el concepto novedoso e inventivo consistente en introducir lana de vidrio en una composición de materias primas destinadas a ser fundidas y luego fibriladas por centrifugación externa, método de fibrilación habitualmente reservado a la producción de lana de roca. La adición de fibras de vidrio que, por su composición, no se prestan inicialmente al fibrilado por centrifugación externa, introduce una dificultad técnica suplementaria para un experto en la materia encargado de la fusión y el fibrilado. A pesar de estas dificultades técnicas, esta adición de lana de vidrio permite al operador ganar flexibilidad en la elección de las materias primas que debe utilizar y, de este modo, aprovechar las oportunidades que pueden ofrecer temporalmente los canales de reciclado dispuestos cerca de las instalaciones de fusión y fibrilado. Cabe señalar que un experto en la materia dispone de herramientas y conocimientos generales para, basándose en pruebas rutinarias y tal como se detalla en la descripción, adaptar el resto de la composición de modo que ésta cumpla las especificaciones técnicas del fibrilado por centrifugación externa.

[0018] Según una realización particular, dicha composición de materias primas comprende un porcentaje en peso de lana de vidrio superior o igual al 3%, preferentemente superior o igual al 5%, preferentemente superior o igual al 10%, preferentemente superior o igual al 15%, preferentemente superior o igual al 20%, preferentemente superior o igual al 25%.

[0019] Según una realización particular, dicha composición de materias primas comprende un porcentaje en peso de lana de vidrio inferior o igual al 58%, preferentemente inferior o igual al 55%, preferentemente inferior o igual al 50%,
5 preferentemente inferior o igual al 45%, preferentemente inferior o igual al 40%, preferentemente inferior o igual al 35%.

[0020] Según una realización particular, la lana de vidrio añadida a dicha composición de materias primas está al menos parcialmente dimensionada. En el sentido de la
10 invención, el término “lana de vidrio dimensionada” designa aquí la lana mineral compuesta por fibras minerales que tienen en su superficie un aglutinante orgánico insoluble, no fundible, que ya está reticulado.

[0021] Según una realización particular, la lana de vidrio añadida a dicha composición
15 de materias primas es al menos parcialmente virgen. En el sentido de la invención, la expresión “lana de vidrio virgen” se refiere a la lana de vidrio obtenida por centrifugación interna, cuyas fibras no están unidas entre sí mediante un aglutinante orgánico, a diferencia de la lana de vidrio dimensionada. Dicha lana de vidrio virgen se utiliza normalmente como lana para soplar para el aislamiento de áticos. Las fibras de lana
20 virgen pueden recubrirse con una fina capa de apresto o lubricante.

[0022] Según una realización particular, dicha composición de materias primas comprende al menos un 3% en peso de óxido de hierro, preferentemente al menos un
25 5% en peso de óxido de hierro.

[0023] El aumento del contenido de óxido de hierro de la composición de materias primas permite, tras el estirado de la fibra, aumentar la temperatura máxima de servicio de la fibra obtenida. En otras palabras, dicha fibra presenta una mayor resistencia a
30 temperaturas más elevadas.

[0024] Según una realización particular, dicha composición de materias primas comprende al menos un 13% en peso de alúmina, preferentemente al menos un 15% en
35 peso de alúmina.

[0025] La adición de alúmina (óxido de aluminio) a la composición mejora su biosolubilidad.

5 [0026] Según una realización particular, dicha lana de vidrio tiene la siguiente composición, en porcentaje en peso:

SiO₂ 50 a 75%,

Al₂O₃: 0 a 8%, preferiblemente 0,5 a 6,0%,

CaO+MgO: 5 a 20%,

Óxido de hierro: 0 a 3%,

10 Na₂O+K₂O: 12 a 20%,

B₂O₃: 2 a 10%.

[0027] Según una realización particular, dicha lana de vidrio tiene la siguiente composición, en porcentaje en peso:

15 SiO₂ 62,5% a 66%,

Al₂O₃: 1,5% a 3,1%,

CaO+MgO: 10,3 a 11,1%,

Na₂O+K₂O: 15,7% a 17,3%,

B₂O₃: 4,3% a 7,4%.

20

[0028] La descripción detallada indica tres composiciones, bajo los nombres “compo no. 1”, “compo no. 2” y “compo no. 3”, que entran dentro de esta gama de composiciones y se utilizan habitualmente en la industria del aislamiento. Por lo tanto, estos residuos pueden recogerse en numerosos lugares de producción y/o de construcción/demolición.

25

[0029] Según una realización particular, dicha lana de vidrio tiene una composición sin boro y representa menos del 48% de la masa total de dicha composición de materias primas.

30

[0030] Dicha composición de lana de vidrio se conoce bajo la denominación “cero boro”, y tiene aplicación en la industria del aislamiento.

[0031] Según una realización particular, dicha composición de materias primas comprende casco de hogar y/o casco de vidrio plano.

35

[0032] La adición de cascotes domésticos y/o de vidrio plano permite aumentar la flexibilidad en la elección de las materias primas a utilizar. Una vez más, cabe señalar que un experto en la materia dispone de conocimientos generales para, basándose en pruebas rutinarias, adaptar el resto de la composición de modo que ésta cumpla las especificaciones técnicas de fibrilado por centrifugación externa.

[0033] La invención se refiere además a un método que comprende una etapa de fusión de dicha composición de materias primas en un horno de vidrio.

[0034] De manera conocida, dicha composición de materias primas puede fundirse en un horno de vidrio con quemadores sumergidos y/o no sumergidos, en un horno eléctrico y/o en un horno híbrido que incluya al menos un quemador y electrodos. A la salida del horno, la composición fundida puede fibrilarse inmediatamente mediante centrifugación externa, o enfriarse y transformarse en cascarilla, para volver a fundirse (posteriormente) y fibrilarse mediante centrifugación externa para obtener una lana mineral.

[0035] La invención se refiere además a un método para fabricar lana mineral, caracterizado porque implementa dicho método de fusión y un paso posterior de fibrilado de la composición fundida de materias primas mediante centrifugación externa.

[0036] La invención se refiere además a una lana mineral obtenida según dicho método de fabricación.

[0037] Como se detalla en los ejemplos de la descripción, dicha lana mineral tiende por su composición a ser distinta de las lanas fabricadas habitualmente por centrifugación externa, lo que permite distinguirla de éstas.

[0038] Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones particulares, dadas meramente como ejemplos ilustrativos y no limitativos, y de las figuras adjuntas, para las cuales:

[0039] [Fig. 1] La figura 1 es una representación gráfica del valor de viscosidad dinámica de una composición de materias primas según una realización particular de la invención, en función de las variaciones de temperatura.

5 [0040] A continuación se presentan varias realizaciones particulares de la invención. Se entiende que la presente invención no está limitada en modo alguno por estas realizaciones particulares, y que otras realizaciones son perfectamente posibles.

[0041] En el resto de la descripción se detalla un método general que puede poner en
10 práctica un operario de horno para preparar una composición según la invención.

[0042] Durante un primer paso, se selecciona una composición objetivo que satisface los criterios de viscosidad para ser fibrilada por centrifugación externa. En el sentido de la invención, dicha composición es adecuada para ser fibrilada mediante centrifugación
15 externa si la temperatura (TLog1) del baño de vidrio para una viscosidad dinámica Log 1 está comprendida entre 1390°C y 1490°C, y si la diferencia de temperatura (TLog1 - Tlog3) entre las viscosidades Log 1 y Log 3 está comprendida entre 320°C y 390°C.

[0043] Para ayudar en la selección de esta composición objetivo, el operador de un
20 horno utiliza modelos que trazan una relación entre la composición química y la viscosidad dinámica de una mezcla, como los que se utilizan habitualmente en la industria del vidrio.

[0044] En un contexto industrial y de manera conocida, también pueden tenerse en
25 cuenta otras consideraciones en la selección de la composición objetivo, como el costo final de la composición, la energía necesaria para la fusión de esta y el cumplimiento de determinados rangos de concentración de compuestos químicos.

[0045] Durante un segundo paso, el operario prepara su mezcla teniendo en cuenta la
30 composición química respectiva de cada una de las materias primas de que dispone y ajusta las proporciones relativas de cada una de estas materias primas para obtener la composición objetivo.

[0046] Alternativamente o en combinación, estas materias primas pueden presentarse
35 en forma de óxidos puros, piedras naturales (arenas silíceas, dolomita, caliza, estéril,

- escoria, bauxita blanca, feldespato, anortosita, etc.) que ya son combinaciones de óxidos, residuos de vidrio y/o lana de roca, que pueden proceder de la producción de dichas fibras o de obras (construcción o demolición), combustibles líquidos o sólidos opcionales (plástico o material no compuesto, materiales orgánicos, carbón), y de cualquier tipo de cascote. También se incluyen los materiales reciclables que contienen elementos combustibles (orgánicos) como, por ejemplo, las fibras minerales apresto con un aglutinante (del tipo de las utilizadas en el aislamiento térmico o acústico o las empleadas en el refuerzo de plásticos), los acristalamientos laminados con láminas de polímeros de butiral de polivinilo como los parabrisas, las botellas de vidrio (cascotes domésticos) o cualquier tipo de material “compuesto” que combine vidrio y materiales plásticos como ciertas botellas. También son reciclables los “compuestos de vidrio y metal o compuestos metálicos” como los acristalamientos funcionalizados con revestimientos que contienen metales.
- 5
- 10
- 15 [0047] Cabe señalar que, según una realización alternativa, un operario comienza por considerar la composición respectiva de cada una de las materias primas de que dispone para, posteriormente, ajustar las proporciones relativas de las mismas y, empíricamente, determinar y obtener una composición objetivo que, sobre la base de los modelos de que dispone, cumpla los criterios de viscosidad para ser fibrilada por
- 20 centrifugación externa.
- [0048] Una vez obtenida la composición objetivo, se carga en un horno de vidrio para ser fundida en él. La composición así fundida se fibrila posteriormente mediante centrifugación externa para formar una lana mineral.
- 25
- [0049] Como ejemplo puramente ilustrativo y no limitativo, un operario del horno selecciona la siguiente composición objetivo:
- SiO₂ 45,1% en peso,
- Fe₂O₃: 2,2% en peso,
- 30 Al₂O₃: 7,8% en peso,
- CaO: 23,0% en peso,
- MgO: 11,0% en peso,
- Na₂O: 8,5% en peso,
- K₂O: 1,5% en peso.
- 35

[0050] Para obtener esta composición objetivo, y según esta realización particular, el operador dispone de las materias primas de dolomita, estériles (“escoria”) y lana de vidrio, cuyas composiciones respectivas se detallan en la Tabla 1 a continuación. Las proporciones en peso (%w) de cada una de estas materias primas se ajustan, como se menciona en la Tabla 1 [Tablas 1], para obtener la composición objetivo. [Tabla 1]

	%w	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
Dolomita	17%	5.5	1.2	1.8	33	15	0.1	0.4
Escoria	23%	38.8	0.1	9.2	41.8	7	0.4	0.6
Lana de vidrio	60%	53	3	8	10	10	12	2
Composición objetivo		45.1	2.2	7.8	23.0	11.0	8.5	1.5

Tabla 1: Composiciones y concentraciones máxicas de materias primas para obtener una composición objetivo

10

[0051] Basándose en un modelo utilizado habitualmente por la industria del vidrio, el operario determina el valor de viscosidad dinámica de la composición objetivo, en función de la variación de su temperatura. Cabe señalar que esta composición objetivo comprende un 60% en peso de lana de vidrio.

15

[0052] A modo de comparación, también se calculan los valores de viscosidad dinámica, en función de las variaciones de temperatura:

- una lana de vidrio, cuya composición figura en la tabla 1,
- una lana de roca estándar, cuya composición en peso es SiO₂ 37%w; Fe₂O₃: 5%w; Al₂O₃: 21%w; CaO: 20%w; MgO: 14%w; Na₂O: 2%w; K₂O: 1%w.

20

[0053] El conjunto de valores de viscosidad dinámica (en Log V) obtenidos para cada una de estas tres composiciones se detalla a continuación en la Tabla 2 [Tablas 2] y se muestra gráficamente en la Figura 1

25

Temperatura	Lana de vidrio	Lana de roca	Composición objetivo
1000°C	3.184	3.411	3.069
1100°C	2.719	2.671	2.419
1200°C	2.288	2.036	1.869
1300°C	1.891	1.506	1.419
1400°C	1.528	1.081	1.069
1500°C	1.199	0.761	0.819
1600°C	0.904	0.546	0.669

Tabla 2: Valores de viscosidad dinámica (en Log V) en función de la composición química de la mezcla y de su temperatura (en °C)

5

[0054] La tabla 3 [Tablas 3] que figura a continuación brinda información sobre los valores de temperatura TLog 1 y TLog 3 (en °C) correspondientes respectivamente a los valores de viscosidad dinámica Log 1 y Log 3 obtenidos para estas mismas composiciones.

	Lana de vidrio	Lana de roca	Composición objetivo
Tlog 1	1563°C	1417°C	1390°C
Tlog 3	1036°C	1062°C	1000°C
Tlog1 – Tlog3	528°C	355°C	390°C

10

Tabla 3: Valores de temperatura (en °C) en función de la composición química de la mezcla y de su viscosidad dinámica (en Log V)

15

[0055] A diferencia de la composición de lana de vidrio, tanto la composición objetivo como la composición de lana de roca tienen una temperatura TLog1 comprendida entre 1390 °C y 1490 °C, así como una diferencia de temperatura (TLog1 - TLog3) comprendida entre 320 °C y 390 °C. Por lo tanto, estas dos composiciones satisfacen los criterios de viscosidad dinámica para ser fibrosadas por centrifugación externa.

[0056] Según otras realizaciones particulares de la invención, los residuos de lana de vidrio disponibles para el operador tienen 3 (tres) composiciones químicas distintas que se detallan en la Tabla 4 [Tablas 4] a continuación, y cuyas referencias son compo no. 1, compo no. 2 y compo. 3:

5

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	B ₂ O ₃	P ₂ O ₅
Compo no.1	65.3	2.1	8.1	2.4	16.4	0.7	4.5	
Compo no.2	65.5	1.7	7.5	3.0	16.4	0.7	4.9	0.12
Compo no.3	63.0	2.9	7.4	3.5	15.2	0.7	7.2	

Tabla 4: Composiciones químicas de tres lanas de vidrio

10 [0057] Partiendo de cada una de estas composiciones de lana de vidrio, añadiéndoles óxidos puros, y considerando las combinaciones de óxidos limitantes, los inventores pudieron obtener composiciones objetivo que tienen una concentración máxima en masa de fibras de vidrio, satisfaciendo al mismo tiempo los criterios de viscosidad necesarios para el fibrilado por centrifugación externa.

15 [0058] Todos estos datos se detallan a continuación en la Tabla 5 [Tablas 5]:

Referencia de lana de vidrio	Compo no.1	Compo no.2	Compo no.3
Máxima concentración de lana de vidrio por peso	57%	57%	61%
Composición objetivo (en porcentaje por peso %w)			
SiO ₂	48.3	48.3	46.3
Al ₂ O ₃	3.1	2.8	3.5
CaO	35.2	34.9	34.4
MgO	1.4	1.7	2.1
Na ₂ O	9.1	9.0	8.8

K ₂ O	0.4	0.4	0.4
B ₂ O ₃	2.6	2.8	4.4
P ₂ O ₅		0.1	
Viscosidad dinámica vs. Temperatura			
TLog 1	1390°C	1390°C	1390°C
TLog 3	1000°C	1000°C	1000°C
TLog1-TLog3	390°C	390°C	390°C

Tabla 5: Concentración máxima, en peso, de lana de vidrio en 3 composiciones objetivo, viscosidad dinámica y temperaturas correspondientes

- 5 [0059] El análisis de los resultados obtenidos permite concluir que cada una de las tres composiciones objetivo detalladas en la tabla 5 tiene una temperatura TLog1 comprendida entre 1390°C y 1490°C, así como una diferencia de temperatura (TLog1 - TLog3) comprendida entre 320°C y 390°C. Por lo tanto, estas tres composiciones objetivo satisfacen el criterio de viscosidad dinámica para ser fibrosadas por
- 10 centrifugación externa.