



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 244 350**

② Número de solicitud: 200450068

⑤ Int. Cl.:

**C09K 3/14** (2006.01)

**B24D 3/04** (2006.01)

**B24D 3/14** (2006.01)

**B24D 3/20** (2006.01)

**B24D 3/28** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑫ Fecha de presentación: **21.03.2003**

⑩ Prioridad: **14.05.2002 US 10/145367**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2005**

Fecha de la concesión: **12.12.2006**

Fecha de modificación de las reivindicaciones: **13.07.2006**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **01.02.2007**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente: **01.02.2007**

⑦ Titular/es: **SAINT-GOBAIN ABRASIVES, Inc.**  
**1 New Bond Street, Box Number 15138**  
**Worcester, Massachusetts 01615-0138, US**

⑦ Inventor/es: **Knapp, Christopher E.;**  
**Guiselin, Olivier Leon-Marie Fernand y**  
**Lorenz, Kenneth**

⑦ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

⑤ Título: **Abrasivos revestidos mejorados.**

⑤ Resumen:

Abrasivos revestidos mejorados.

Nuevos abrasivos revestidos, que comprenden granos de aglomeración abrasivos, caracterizados por una alta porosidad y baja relación de volumen sólido a volumen nominal, proporcionan un medio excepcionalmente útil para características de rectificación a baja presión.

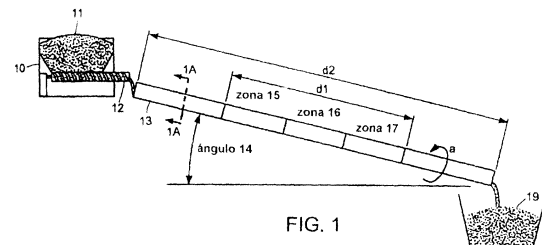


FIG. 1

ES 2 244 350 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Abrasivos revestidos mejorados.

5 La presente invención se refiere a abrasivos revestidos y particularmente a productos abrasivos adaptados para comportarse de una manera mejorada cuando usados en condiciones de rectificación entre baja y media presión.

10 En la producción de abrasivos revestidos, un material de soporte, que puede estar tratado para modificar las propiedades absorbentes, se proporciona con un revestimiento estructural, que comprende una resina aglutinante curable y granos abrasivos están depositados sobre el revestimiento estructural antes de que el aglutinante esté, al menos parcialmente curado. Después, un revestimiento de encolado, que comprende una resina aglutinante curable se deposita sobre el grano abrasivo para asegurar que los granos están firmemente anclados en el soporte.

15 Cuando el abrasivo revestido se usa para desgastar una pieza de trabajo, las puntas de los granos abrasivos que están situadas en el plano de la superficie están en contacto con la pieza de trabajo y comienzan el trabajo de abrasión. Por tanto, los granos que están en contacto con la pieza de trabajo están sometidos a grandes esfuerzos y, si el grano no está sujetado adecuadamente por el revestimiento de encolado, puede ser arrancado de la superficie antes de que se haya desgastado completamente. La unión, por tanto, deberá mantener el grano firmemente. Cuando el desgaste continúa, el grano puede llegar a estar pulido, en cuyo caso se genera importante calor de fricción y se produce poca separación de la pieza de trabajo. Además, se desarrollan esfuerzos adicionales y eventualmente el grano es arrancado completamente, en forma de partículas, de sus fracturas, de manera que una gran porción se pierde. Sin embargo, esto genera nuevos cantos vivos, de manera que el desgaste se puede recuperar. Idealmente, el modo de fractura será tan pequeño como sea posible, de manera que cada grano durará mucho tiempo. Esto se consigue usando granos abrasivos de alúmina sol-gel, cada uno de los cuales comprende cristalitas de tamaño de micras o más pequeño, los cuales en las condiciones de rectificación, pueden romperse para poner de manifiesto nuevos cantos de corte. Sin embargo, esto tiene lugar a una presión de rectificación entre moderada y fuerte y solamente una cantidad reducida de auto-afilado se produce en condiciones de rectificación a presiones más bajas. Hay necesidad, por tanto, de una partícula abrasiva altamente eficaz que opere muy eficazmente en condiciones de rectificación a presión entre moderada y baja.

30 Una opción que ha sido explorada es el uso de granos abrasivos aglomerados en los que una partícula abrasiva formada con un número de partículas abrasivas más finas se mantienen juntas mediante un material de unión que puede ser de naturaleza orgánica o vítrea. Debido a que la unión es más friable que las partículas abrasivas, la unión se fractura en condiciones de rectificación que, en otras circunstancias, conduciría al pulimento a o fractura en masa del grano abrasivo.

40 El grano abrasivo aglomerado generalmente permite el uso de tamaños de partículas más pequeños (microgranos) para conseguir la misma eficiencia de rectificación que un tamaño de microgranos abrasivos más grandes. Se ha informado, también, de que granos abrasivos aglomerados mejoran la eficiencia de rectificación.

45 La Patente de EE.UU. N°. -A-2.194.472 de Jackson describe instrumentos abrasivos revestidos fabricados con aglomerados de un pluralidad de granos abrasivos relativamente finos y cualquiera de las uniones normalmente usadas en instrumentos abrasivos revestidos o unidos. Uniones orgánicas se usan para adherir los aglomerados al soporte de los abrasivos revestidos. Los aglomerados proporcionan una superficie de revestimiento abierto para abrasivos revestidos fabricados con grano relativamente fino. Los abrasivos revestidos fabricados con los aglomerados en lugar de granos abrasivos individuales se caracterizan por ser de corte relativamente rápido, de larga duración y apropiados para preparar una calidad de acabado superficial fino en la pieza de trabajo.

50 La Patente de EE.UU. No. -A-2.216.728 de Benner describe aglomerados de granos abrasivos unidos fabricados a partir de cualquier tipo de unión. El objeto de los aglomerados es conseguir estructuras de ruedas muy densas para retener grano de diamante o de nitruro de boro cúbico (en lo sucesivo denominado NBC) durante las operaciones de rectificación. Si los aglomerados se fabrican con una estructura porosa, es para el propósito de permitir que los materiales de unión inter-aglomerados fluyan dentro de los poros de los aglomerados y densifiquen completamente la estructura durante la cocción. Los aglomerados permiten el uso de granos abrasivos finos, en otras circunstancias perdidos en la producción.

60 La Patente de EE.UU. No -A-3.048.482 de Hurst describe micro-segmentos abrasivos conformados de granos abrasivos aglomerados y materiales de unión orgánicos en forma de pirámides u otras formas cónicas. Los micro-segmentos abrasivos conformados se adhieren a un soporte fibroso y se usan para fabricar abrasivos revestidos y para forrar la superficie de ruedas de rectificación delgadas. La invención se caracteriza por dar lugar a una vida de corte más larga, flexibilidad controlada del instrumento, alta resistencia mecánica y velocidad segura, acción flexible y acción de corte altamente eficiente en relación con instrumentos fabricados sin micro-segmentos de granos abrasivos aglomerados.

65 La Patente de EE.UU. No. -A-3.982.359 de Elbel sugiere la formación de aglomerados de granos abrasivos y unión con resina que tienen una dureza mayor que la de la unión de resina usada para unir los aglomerados en un instrumento abrasivo. Velocidades de rectificación más rápidas e instrumentos de mayor duración se consiguen con ruedas unidas con caucho que contienen los aglomerados.

## ES 2 244 350 B2

La Patente de EE.UU. N° -A-4.355.489 de Heyer describe un artículo abrasivo (rueda, disco, cinta, hoja, bloque y similares) fabricado con una matriz de filamentos ondulados unidos entre sí en puntos de contacto manual y aglomerados abrasivos, que tienen un volumen vacío de aproximadamente 70-97%. Los aglomerados se pueden fabricar con uniones vitrificadas o con resinas y cualquier grano abrasivo.

La Patente de EE.UU. N° -A-4.364.746 de Bitzer describe instrumentos abrasivos que comprenden diferentes aglomerados abrasivos que tienen resistencias mecánicas diferentes. Los aglomerados se fabrican a partir de grano abrasivo y aglutinantes de resinas, y pueden contener otros materiales, tales como fibras cortadas, para aumentar la resistencia mecánica o la dureza.

La Patente de EE.UU. N° -A-4.493.021 de Eisenberg *et al.*, describe un método para fabricar aglomerados abrasivos a partir de grano abrasivo y un aglutinante de resina, que utiliza una tela de tamización y que hace pasar con un rodillo una pasta del grano y el aglutinante a través de la tela para fabricar extrusiones vermiformes. Las extrusiones se endurecen por calentamiento y luego se trituran para formar aglomerados.

La Patente de EE.UU. N° -A-4.799.939 de Bloecher sugiere aglomerados desgastables de grano abrasivo, cuerpos huecos y aglutinante orgánico y el uso de estos aglomerados en abrasivos revestidos y abrasivos unidos. Mayor separación de material, mayores duración y utilidad en condiciones de rectificación en húmedo se reivindican para artículos abrasivos que comprenden los aglomerados. Los aglomerados tienen preferiblemente 150-3.000  $\mu\text{m}$  en la dimensión más grande. Para fabricar los aglomerados, los cuerpos huecos, grano, aglutinante y agua se mezclan en forma de suspensión, la suspensión se solidifica por calor o radiación para separar el agua, y la mezcla sólida se tritura en una trituradora de mandíbulas o de cilindros y se tamiza.

La Patente de EE.UU. No. -A-5.129.189 de Wetscher describe instrumentos abrasivos que contienen una matriz de unión de resina que comprende conglomerados de grano abrasivo y resina y material de carga, tal como criolita.

La Patente de EE.UU. No. -A-5.651.729 de Benguerel sugiere una GRINDING rueda que contiene un núcleo y un canto abrasivo fabricado a partir de una unión de resina y aglomerados triturados de grano abrasivo de diamante o de NBC con una unión de metal o cerámica. Los beneficios reconocidos de las ruedas fabricadas con los aglomerados incluyen altos espacios de desahogo para la viruta, alta resistencia al desgaste, características de auto-afilado, alta resistencia mecánica de la rueda y la capacidad de unir directamente el canto abrasivo al núcleo de la rueda. En una realización, cantos de rectificación unidos de diamante o de NBC gastados se trituran a un tamaño de 0,2 a 3 mm para formar los aglomerados.

La Patente de EE.UU. No. -A-4.311.489 de Kressner describe aglomerados de grano abrasivo fino ( $\leq 200 \mu\text{m}$ ) y criolita, opcionalmente con un aglutinante de silicato, y su uso en la fabricación de instrumentos abrasivos revestidos.

La Patente de EE.UU. No. -A-4.541.842 de Rostoker describe abrasivos revestidos y ruedas abrasivas fabricados con aglomerados de grano abrasivo y una espuma fabricada a partir de una mezcla de materiales de unión vitrificadas con otras materias primas, tales como negro de carbono o carbonatos, apropiados para espumar durante la cocción de los aglomerados. Las "píldoras" de aglomerados contienen un porcentaje mayor de unión que grano sobre la base de porcentaje en volumen. Las píldoras usadas para fabricar ruedas abrasivas se sinterizan a 900°C (a una densidad de 1,134 g/cc) y la unión vitrificada usada para fabricar la rueda se cuece a 880°C. Ruedas fabricadas con 16%, en volumen de píldoras se comportaron en rectificación con una eficiencia similar a la de ruedas comparativas fabricadas con 46% en volumen de grano abrasivo. Las píldoras contienen celdillas abiertas dentro de la matriz de unión vitrificada, con los granos abrasivos relativamente más pequeños agrupados alrededor del perímetro de las celdillas abiertas. Un horno rotatorio se menciona para cocer los aglomerados de espuma crudos.

El documento USP 5.975.988 sugiere aglomerados abrasivos convencionales que comprenden partículas abrasivas dispersadas en una matriz de aglutinante pero en forma de granos conformados depositados en un orden preciso sobre un soporte y unido a ello.

El documento USP 6.319.108 describe un soporte rígido con, adherida a ello por un revestimiento metálico, una pluralidad de materiales compuestos abrasivos que comprenden una pluralidad de partículas abrasivas dispersadas por toda una matriz cerámica porosa.

Ninguno de estos desarrollos de la técnica anterior sugieren la fabricación de abrasivos revestidos usando grano abrasivo aglomerado poroso, según la expresión que se usa en la presente memoria descriptiva, y una unión. Tampoco sugieren la producción de un producto con partículas abrasivas mantenidas juntas por una cantidad relativamente pequeña de sustancia adhesiva, de manera que la fase de aglutinante de partículas es discontinua. Los métodos e instrumentos de la invención producen nuevas estructuras y beneficios por el uso de tales granos abrasivos aglomerados, aún así son complicados en permitir el diseño y fabricación controlados de amplias series de estructuras de artículos abrasivos que tienen beneficiosas características de porosidad interconectada. Tal porosidad interconectada mejora el comportamiento del instrumento abrasivo en grandes áreas de contacto, operaciones de rectificación de precisión, y, en general, aplicaciones de rectificación con presiones relativamente medias o bajas.

## Sumario de la invención

La presente invención proporciona un artículo abrasivo revestido que comprende un material de soporte y adheridos a ello por un material aglutinante, granos aglomerados abrasivos, caracterizados porque los granos usados en la producción del abrasivo revestido comprenden una pluralidad de partículas abrasivas adheridas juntas en una estructura tridimensional en la que cada partícula está unida a, al menos una partícula adyacente mediante un material aglutinante de partículas que está presente en el aglomerado en forma de fase discontinua con el grano aglomerado y está situado esencial y completamente en forma de puestos de unión que unen partículas adyacentes, de suerte que el aglomerado tiene un volumen de empaquetamiento flojo, es decir, al menos 2% inferior al de las partículas abrasivas en el estado individual.

En esta solicitud, la expresión “granos” será reservada para aglomerados de una pluralidad de “partículas” abrasivas. Por tanto, los granos tendrán las características de porosidad identificadas más arriba, mientras que las partículas tendrán esencialmente porosidad cero. Además, el aglutinante que mantiene las partículas juntas se identifica como un “aglutinante de partículas” que puede ser el mismo, (o más frecuentemente diferente de), el aglutinante por el que los granos están anclados al material de soporte.

El aglutinante de partículas en los granos aglomerados está situado esencial y completamente en forma de puestos de unión y esto significa que al menos 70% del aglutinante, y preferiblemente más del 80%, se usa para formar puestos de unión que unen partículas adyacente. Un puesto de unión se forma en condiciones de formación de aglomerados cuando el aglutinante de partículas está e estado fluido y tiende primero a revestir las partículas y, luego, a fluir a puntos de contacto o a accesos los más próximos de partículas adyacentes y a combinarse con el aglutinante asociado con tales partículas adyacentes. Cuando la temperatura se rebaja y el aglutinante solidifica, el aglutinante forma un contacto sólido entre las partículas, que se conoce por “puesto de unión”. Naturalmente, cada puesto de unión está unido, también, a la superficie de las partículas que él conecta, pero este aglutinante se considera parte del puesto de unión con respecto a esta descripción. Esto no excluye la posibilidad de que alguna cantidad relativamente pequeña esté presente como revestimiento sobre, al menos en parte de la superficie de las partículas no asociadas con un puesto de unión. Se pretende, sin embargo, excluir la situación en la que las partículas están embebidas en una matriz de aglutinante como ocurre con granos abrasivos de agregados convencionales. Tal como queda aparente del examen de las figuras 5-7 de los dibujos, las partículas abrasivas individuales que integran el grano aglomerado son individualmente identificables y, realmente son esencialmente todo lo que se puede ver en granos aglomerados típicos de acuerdo con la invención. Es, por tanto, posible describir las partículas como que están “aglomeradas”, que implica que están unidas juntas más bien que se mantienen en una matriz que llena la mayor porción del espacio entre las partículas. Naturalmente, cuando grandes cantidades de partículas están aglomeradas, algunas individuales dentro del aglomerado no estarán individualmente visibles, pero si fuera posible tomar un corte transversal, la misma configuración de visibilidad de partículas individuales sería evidente.

Claramente, cuando el número de partículas aglomeradas llega a ser grande, habrá necesariamente volúmenes sustanciales de porosidad creada por esta aglomeración. Esto puede ser tanto como 70% del volumen aparente total del aglomerado. Sin embargo, cuando las cantidades de partículas aglomeradas son pequeñas, tal vez en los cálculos sencillos, el concepto de “porosidad” se hace menos útil para describir los aglomerados. Ejemplos de tales aglomerados que presentan la clase de estructuras implicadas se ilustran en las figuras 5-7.

Por esta razón, se adopta la expresión “volumen de empaquetamiento flojo” (VEF). El valor de VEF se obtiene dividiendo el volumen sólido (es decir, el volumen real total de los sólidos en el grano o partícula abrasiva, incluyendo el componente de unión) por el volumen aparente del grano aglomerado. El valor más alto posible se obtendrá a partir de las propias partículas sin que tenga lugar ninguna aglomeración. Cuanto más grande es el número de partículas aglomeradas, mayor será la divergencia del valor máximo. Por tanto, aunque la diferencia puede ser tan baja como 2%, puede subir a 40% o incluso más alto cuando números mayores de partículas están aglomeradas juntas de la manera sugerida en la presente memoria descriptiva.

El cálculo de VEF se ejemplifica usando los datos siguientes que representan aglomerados reales fabricados usando partículas de micrograno 60 de una alúmina sol-gel sembrada como partículas abrasivas y un material adhesivo vítreo convencional apropiado para uso con tales partículas usando un procedimiento sustancialmente tal como se describe en el Ejemplo 2 más abajo.

Los productos se identifican por el tamaño del grano aglomerado mostrado en la cabecera de cada columna. En cada caso, las medidas se hicieron sobre la base de un volumen fijado de los granos abrasivos aglomerados, referenciados en la presente memoria descriptiva como “Volumen Aparente”.

## ES 2 244 350 B2

	Partículas de micrograno 60	-40 + 45	-30 + 35	-25 + 30	-20 + 25
Peso	25,1	23,1	19,73	18,3	16
Densidad (de sólido)*	3,9	3,759	3,759	3,759	3,759
Vol. de micrograno +sustancia adhesiva	6,436	6,145	5,249	4,868	4,256
Volumen aparente	12,797	12,797	12,797	12,797	12,797
VEF	0,503	0,480	0,410	0,380	0,333

### \* Densidad estimada de acuerdo con la ley de mezclas.

Como se comprenderá de lo anterior, cuanto mayor es el grano aglomerado, más pequeño el VEF por comparación con el de las partículas no aglomeradas. Los granos más pequeños presentaban una caída de 4,6% del VEF, mientras que el más grande (-20+25) presentaba una caída de aproximadamente 34% por comparación con el VEF de las partículas de micrograno 60.

Los granos aglomerados generalmente tienen un diámetro [definido por el tamaño de la abertura en un tamiz (serie de tamices estándar) con las mallas más gruesas sobre las que los granos quedan retenidos], que es, al menos dos veces el diámetro de las partículas abrasivas individuales contenidas en ello. La forma de los granos abrasivos aglomerados no es crítica y, por tanto, pueden ser formas al azar un tanto en bloque o, más preferiblemente, formas un tanto alargadas. Pueden tener, también, una forma impuesta, esto es frecuentemente ventajoso para algunas aplicaciones.

Las partículas abrasivas presentes en los aglomerados de la invención pueden incluir uno o más de los abrasivos conocidos para uso en instrumentos abrasivos, tales como alúminas, que incluyen alúmina fundida, alúmina sinterizada y alúmina sinterizada en sol-gel, bauxita sinterizada, y similares, carburo de silicio, alúmina-zircona, granate, pedernal, diamante, incluyendo diamante natural y sintético, nitruro de boro cúbico (NBC) y sus combinaciones. Se puede usar cualquier tamaño o forma de partícula abrasiva. Por ejemplo, el grano puede incluir partículas de alúmina de sol-gel sinterizadas alargadas que tienen una alta relación de forma del tipo descrito en la Patente de EE.UU. 5.129.919 ó las partículas abrasivas, con forma de filamentos, descritas en la patente de EE.UU. 5.009.676.

Las partículas abrasivas pueden comprender mezclas de abrasivos de diferentes calidades, ya que frecuentemente el comportamiento de partículas de primera calidad es disminuida sólo marginalmente por dilución con cantidades secundarias de materiales no abrasivos tales como adyuvantes de rectificación, formadores de poros y materiales de carga de tipos convencionales.

Los tamaños de partículas apropiados para uso en la presente memoria descriptiva oscilan entre microgranos abrasivos regulares (por ejemplo, 2 a 60  $\mu\text{m}$ ), y mezclas de estos tamaños. Para cualquier operación de rectificación abrasiva dada, se prefiere generalmente usar un grano de aglomerado con un tamaño de micrograno más pequeño que el tamaño de micrograno de grano abrasivo convencional (no aglomerado), elegido normalmente para esta operación de rectificación abrasiva. Por ejemplo, cuando se usan granos de aglomerado, el tamaño de micrograno 80 es sustituido por abrasivo convencional de micrograno 54, micrograno 100 por abrasivo de micrograno 60 y micrograno 120 por abrasivo de micrograno 80 y así sucesivamente.

Las partículas abrasivas en el aglomerado están unidas juntas por un material de unión metálico, orgánico o vítreo y estos se denominan genéricamente "aglutinantes de partículas".

Aglutinantes de partículas útiles en fabricar los aglomerados incluyen materiales vítreos (definidos en la presente memoria descriptiva que incluyen tanto materiales de vidrio convencional como materiales vitrocerámicos), preferiblemente del tipo usado como sistemas de unión para instrumentos abrasivos unidos vitrificados. Estos pueden ser un vidrio pre-cocido molido en polvo (una frita) o una mezcla de diversas materias primas tales como arcilla, feldespato, cal, bórax, y sosa o una combinación de materias primas y materias fritadas. Tales materiales funden y forman una fase vítrea líquida a temperaturas que oscilan de aproximadamente 500 a 1.400°C y mojan la superficie de las partículas abrasivas y fluyen a puntos de contacto estrecho entre partículas adyacentes para crear puestos de unión por enfriamiento, manteniendo así las partículas abrasivas dentro de una estructura de material compuesto. El aglutinante de partículas se usa en forma de polvo y se puede añadir a un vehículo líquido para asegurar una mezcla uniforme y homogénea de revestimiento con partículas abrasivas durante la fabricación de los granos de aglomerados.

Aglutinantes orgánicos temporales se añaden preferiblemente a componentes de revestimiento inorgánicos en polvo, fritos o crudos, en forma de adyuvantes de moldeo o de elaboración. Estos aglutinantes pueden incluir dextrinas,

## ES 2 244 350 B2

almidón, cola de proteína animal, y otros tipos de cola; un componente líquido, tal como agua o etilenglicol, viscosidad o modificadores de pH; y adyuvantes de mezcla. El uso de tales aglutinantes temporales, mejora la uniformidad del aglomerado y la calidad estructural de los aglomerados crudos o pre-cocidos. Debido a que los aglutinantes orgánicos se quemar durante la cocción de los granos aglomerados, no llegan a formar parte del grano acabado.

5 Un activador de adhesión inorgánico, tal como ácido fosfórico, se puede añadir a la mezcla para mejorar la adhesión del aglutinante de partículas a las partículas abrasivas según necesidad. La adición de ácido fosfórico a granos de alúmina mejora grandemente la calidad de la mezcla cuando el aglutinante de partículas comprende vidrio fritado. El activador de adhesión inorgánico se puede usar con o sin un aglutinante de partículas inorgánico en la  
10 preparación de granos de aglomerados.

El aglutinante de partículas preferido es un material inorgánico tal como un material de unión vítreo. Esto tiene una ventaja clara sobre aglutinantes de partículas orgánicos debido a que permite que los granos de aglomerados se depositen sobre un sustrato en la formación de un abrasivo revestido usando una técnica UP. La técnica de deposición  
15 UP es también muy apropiada para usar cuando las partículas están unidas juntas usando un aglutinante metálico. Puesto que este procedimiento es un tanto más eficaz y controlable que una técnica de deposición por gravedad, esto representa un avance significativo sobre granos de agregados convencionales fabricados usando una matriz de aglutinante de resina orgánica.

20 El aglutinante de partículas puede ser, también, un aglutinante orgánico tal como una resina termoestable, tal como una resina fenólica, una resina de urea/formaldehído, o una resina curable por radiación tal como acrilato, un uretanolacrilato, una epoxi-acrilato, un poliéster-acrilato y similares. En general, las resinas termoestables son preferidas como aglutinantes orgánicos.

25 El aglutinante de partículas está presente en aproximadamente 2 a 25%, en volumen, más preferiblemente 3 a 15% en volumen, y lo más preferiblemente 3 a 10%, en volumen basado en el volumen combinado de las partículas y el aglutinante.

Se ha previsto también que el componente aglutinante de partículas se puede eliminar completamente si las partículas abrasivas se obligan a sinterizar juntas de una manera controlada, de manera que, por transporte de material entre partículas en contacto, los puestos de unión se generarían de manera autógena. Alternativamente, cuando las partículas abrasivas son alúmina, éstas se podrán mezclar con un sol de cantidad relativamente pequeña de un precursor de alúmina alfa tal como boehmita. Por cocción, ésta se convertiría en la fase alfa y prestaría la misma función que  
30 puestos de unión al conectar partículas adyacentes.

35 La invención incluye abrasivos revestidos que incorporan grano abrasivo aglomerado en los que los granos se fabrican por un procedimiento que comprende las etapas de:

40 a) alimentar partículas abrasivas y un material aglutinante de partículas, elegidos en el grupo que comprende esencialmente materiales de unión vitrificados, materiales vitrificados, materiales cerámicos, aglutinantes inorgánicos, aglutinantes orgánicos, agua, disolvente y sus combinaciones, en un horno de calcinación rotatorio, con una velocidad de alimentación controlada;

45 b) hacer girar el horno a una velocidad controlada;

c) calentar la mezcla a una velocidad de calentamiento determinada por la velocidad de alimentación y la velocidad del horno, a temperaturas entre aproximadamente 145 y 1.300°C;

50 d) voltear las partículas y el aglutinante de partículas en el horno hasta que el aglutinante se adhiere a las partículas y una pluralidad de partículas se adhieren entre sí para crear granos de aglomerados sinterizados; y

e) recuperar los aglomerados sinterizados del horno,

55 según lo cual, los granos de aglomerados sinterizados tienen una forma inicial tridimensional, un volumen de empaquetamiento flojo, que es, al menos 2% por debajo del volumen de empaquetamiento flojo de las partículas constituyentes y comprenden una pluralidad de partículas abrasivas.

La invención incluye, también, abrasivos revestidos que incorporan granos de aglomerados abrasivos sinterizados que se han fabricado por un método que comprende las etapas de:

60 a) alimentar partículas abrasivas junto con un material aglutinante de partículas en un horno de calcinación rotatorio a una velocidad de alimentación controlada;

65 b) hacer girar el horno a una velocidad controlada;

c) calentar la mezcla a una velocidad de calentamiento determinada por la velocidad de alimentación y la velocidad del horno a temperaturas de aproximadamente 145 a 1.300°C;

## ES 2 244 350 B2

d) voltear las partículas abrasivas y el aglutinante de partículas en el horno hasta que el aglutinante se adhiere al grano y una pluralidad de granos se adhieren entre sí para crear granos de aglomerados abrasivos sinterizados; y

e) recuperar los granos de aglomerados sinterizados del horno,

según lo cual, los granos de aglomerados sinterizados tienen una forma inicial tridimensional, comprenden una pluralidad de partículas y tienen un volumen de empaquetamiento flojo de las partículas constituyentes.

### Descripción de los dibujos

La figura 1 es un aparato de calcinación rotatorio que se puede usar para producir aglomerados de acuerdo con la invención.

La figura 2 es una gráfica que representa la cantidad de metal separada en las evaluaciones de cuatro discos abrasivos de acuerdo con el Ejemplo 1.

La figura 3 es una gráfica que representa la cantidad de metal separada en las evaluaciones de cuatro discos abrasivos de acuerdo con el Ejemplo 2.

La figura 4 es una gráfica que representa la cantidad de metal separada en las evaluaciones de cuatro discos abrasivos de acuerdo con el Ejemplo 3.

Las figuras 5-7 son fotografías a escala ampliada, de aglomerados usados para producir abrasivos revestidos de acuerdo con la invención.

### Descripción detallada de la invención

En esta sección, la naturaleza y producción de los granos de aglomerados abrasivos y los abrasivos revestidos fabricados con tales granos, se examinan e ilustran con la asistencia de diversos Ejemplos que ilustran las propiedades sorprendentemente mejoradas que se obtienen por el uso de los granos de aglomerados abrasivos como componentes de abrasivos revestidos.

#### 1. Fabricación de aglomerados abrasivos

Los granos de aglomerados se pueden formar, por una variedad de técnicas, en numerosas formas y tamaños. Estas técnicas se pueden llevar a cabo antes o después de cocer la mezcla de la etapa inicial (“cruda”) de granos y aglutinante de partículas. La etapa de calentar la mezcla para causar que el aglutinante de partículas funda y fluya, adhiriéndose, así, el aglutinante al grano y fijando el grano en una forma aglomerada, se denomina cocción, calcinación y sinterización. Cualquier método conocido en la técnica para aglomerar mezclas de partículas se puede usar para preparar los granos de aglomerados abrasivos.

En una primera realización del procedimiento utilizado en la presente memoria descriptiva para fabricar granos de aglomerados, la mezcla inicial de partículas y aglutinante de partículas se aglomera antes de cocer la mezcla con el fin de crear una estructura mecánica relativamente débil denominada “aglomerado crudo” o “aglomerado pre-cocido”.

Para llevar a cabo una primera realización, las partículas abrasivas y un aglutinante de partículas inorgánico se aglomeran en el estado crudo por uno cualquiera de un número de técnicas diferentes, por ejemplo, en una granuladora de bandeja, y luego se introducen en un aparato de calcinación rotatorio para sinterización. Los aglomerados crudos se pueden colocar, también, en una bandeja o rejilla y cocer en estufa, sin volteo, en un proceso continuo o discontinuo.

De acuerdo con otro procedimiento, las partículas abrasivas se transportan a un lecho fluidizado, luego se humectan con un líquido que contiene el aglutinante de partículas para que el aglutinante se adhiera a la superficie de las partículas, se tamizan por tamaños de aglomerados, y después se cuecen en una estufa o aparato de calcinación.

La granulación en bandeja se lleva a cabo frecuentemente añadiendo partículas a un bol mezclador, y dosificando un componente líquido (por ejemplo, agua, o aglutinante orgánico y agua) que contiene el aglutinante de partículas, sobre el grano, con mezcla, para aglomerarlos entre sí. Alternativamente, una dispersión líquida del aglutinante de partículas, opcionalmente con un aglutinante orgánico, se pulveriza sobre las partículas, y luego las partículas revestidas se mezclan para formar aglomerados.

Un aparato de extrusión a baja presión se puede usar para extruir una pasta de partículas y aglutinante de partículas en tamaños y formas que se secan para formar granos de aglomerados. Una pasta se puede fabricar del aglutinante y las partículas opcionalmente con un aglutinante temporal orgánico y extruido en forma de partículas alargadas con el aparato y método descrito en la patente de EE.UU. No. 4.393.021.

En un procedimiento de granulación en seco, una hoja o bloque fabricados de partículas abrasivas situadas dentro de la dispersión o pasta del aglutinante de partículas se seca y luego se desmenuza usando un compresor de rodillo para formar precursores de los granos de aglomerados.

## ES 2 244 350 B2

En otro método de fabricar granos de aglomerados crudos o precursores, la mezcla del aglutinante de partículas y las partículas se añaden a un dispositivo de moldeo y la mezcla se moldea para formar formas y tamaños precisos, por ejemplo, de la manera descrita en la Patente de EE.UU. No. 6.217.413.

5 En otra realización del procedimiento útil en la presente memoria descriptiva en la fabricación de granos de aglomerados, una mezcla de las partículas abrasivas, aglutinante de partículas y un sistema de aglutinante orgánico temporal se introduce en una estufa, sin pre-aglomeración y se calienta. La mezcla se calienta a una temperatura suficientemente alta para provocar que el aglutinante de partículas funda, fluya y se adhiera a las partículas, después de lo cual la mezcla se enfría para fabricar un material compuesto. El material compuesto se tritura y se tamiza para fabricar los  
10 granos de aglomerados sinterizados.

Es posible, también, sinterizar los aglomerados mientras las partículas y el aglutinante están contenidos en una cavidad conformada, de manera que los aglomerados cuando se fabrican tienen una forma específica, tal como una pirámide de base cuadrada. Las formas se necesitan que no sean exactas y verdaderamente debido a que la cantidad de  
15 aglutinante de partículas es relativamente pequeña, los bordes de las formas serán, con frecuencia, relativamente desiguales. Sin embargo, tales granos aglomerados pueden ser extremadamente útiles para producir abrasivos revestidos con la capacidad de producir una superficie muy uniforme en una operación de abrasión muy agresiva.

### 2. Fabricación preferida de aglomerados abrasivos

20 En un procedimiento preferido para fabricar aglomerados, una mezcla simple de las partículas y un aglutinante de partículas inorgánico (opcionalmente con un aglutinante orgánico temporal) se introduce en un aparato de calcinación rotatorio del tipo presentado en la Figura 1. La mezcla se revuelve a unas rpm predeterminadas, junto con una inclinación predeterminada, con aplicación de calor. Los granos de aglomerado se forman cuando el aglutinante  
25 de partículas se calienta, funde, fluye y se adhiere a las partículas. Las etapas de cocción y aglomeración se llevan a cabo simultáneamente a velocidades y volúmenes de alimentación y aplicación de calor controlados. La velocidad de alimentación generalmente se establece para producir un flujo que ocupe aproximadamente 8-12%, en volumen, del tubo del aparato de calcinación rotatorio. La temperatura de exposición máxima en el interior del aparato sea elige para mantener la viscosidad de los materiales del aglutinante de partículas en estado líquido con una viscosidad de, al  
30 menos aproximadamente 1.000 poises. Esto evita el flujo excesivo del aglutinante de partículas sobre la superficie del tubo y la consiguiente pérdida sobre la superficie de las partículas abrasivas.

Un aparato de calcinación rotatorio del tipo ilustrado en la figura 1 se puede usar para llevar a cabo el procedimiento de aglomeración por aglomeración y cocción de los aglomerados en una sola etapa del procedimiento. Tal como se  
35 presenta en la Fig. 1, una tolva (10) de alimentación que contiene la mezcla de materias primas (11) de aglutinante de partículas y partículas abrasivas se alimenta a unos medios (12) para dosificar la mezcla a un tubo de calentamiento hueco (13). El tubo (13) está dispuesto según un ángulo (14) de inclinación de aproximadamente 0,5 a 5,0 grados, de manera que las materias primas (11) se pueden alimentar, por gravedad, a través del tubo hueco (13). Simultáneamente,  
40 el tubo hueco (13) se hace girar en la dirección de la flecha (a) a una velocidad controlada para voltear las materias primas (11) y la mezcla calentada (18) cuando pasan a lo largo de la longitud del tubo hueco.

Una porción del tubo hueco (13) está caliente. En una realización, la porción de calentamiento puede comprender tres zonas (15, 16, 17) de calentamiento que tienen una longitud (d1) de 1.524 mm a lo largo de la longitud (d2) de 3.048 mm del tubo hueco (13). Las zonas de calentamiento permiten al operario controlar la temperatura del  
45 proceso y variarla, cuando sea necesario, para sintetizar los granos de aglomerado. En otros modelos de aparato, el tubo hueco sólo puede comprender una o dos zonas de calentamiento, o puede comprender más de tres zonas de calentamiento. Aunque no se ilustra en la Fig. 1, el aparato está equipado con un dispositivo de calentamiento y dispositivos mecánicos, electrónicos de detección y control de la temperatura operativos para llevar a cabo el proceso  
50 térmico. Tal como se puede observar en la vista en corte transversal del tubo hueco (13), las materias primas (11) se transforman en una mezcla caliente (18) en el interior del tubo y salen del tubo y se recogen en forma de gránulos (19) de aglomerado. La pared del tubo hueco tiene una dimensión de diámetro interior (d3) que puede oscilar de 140 a 762 mm y un diámetro (d4) que puede oscilar de 152 a 915 mm, según sea el modelo y tipo de material usado para construir el tubo hueco (por ejemplo, aleación metálica refractaria, acero inoxidable, ladrillos refractarios,  
55 carburo de silicio, mulita). El material elegido para la construcción del tubo depende ampliamente de las temperaturas alcanzadas. Temperaturas de hasta 1.000°C se pueden admitir para un tubo de acero inoxidable pero, por encima de esta temperatura, con frecuencia se prefiere un tubo de carburo de silicio.

El ángulo de inclinación del tubo puede oscilar de 0,5 a 5,0 grados y la rotación del tubo debe funcionar de 0,5 a 10 rpm. La velocidad de alimentación para una calcinadora rotatoria de pequeña escala puede oscilar de aproximadamente  
60 5 a 10 kg/h y la velocidad de alimentación a escala de producción industrial puede oscilar de aproximadamente 227 a 910 kg/h. La calcinadora rotatoria se debe calentar a una temperatura de sinterización de 800 a 1.400°C, y el material de alimentación se puede calentar a una velocidad de hasta 200°C/min cuando la materia prima entra en la zona caliente. El enfriamiento tiene lugar en la última porción del tubo cuando la materia prima se mueve desde una zona caliente a una zona no caliente. El producto se enfría, por ejemplo, con un sistema de enfriamiento por agua, a temperatura  
65 ambiente y se recoge.

Máquinas de calcinación rotatorias adecuadas están disponibles de Harper International, Buffalo, New York, o de Aistom Power, Inc, Applied Test Systems, Inc., y otros fabricante de equipos. El aparato opcionalmente puede estar

provisto con dispositivos de detección y control del proceso, un sistema de refrigeración, diversos diseños de aparato de alimentación y otros dispositivos opcionales.

### 3. Fabricación de abrasivos revestidos

5

El abrasivo revestido de acuerdo con la invención puede tener la forma de cinta abrasiva, hoja, disco abrasivo individual o un abrasivo de material compuesto de cualquier estructura o formato. Por tanto, el sustrato al que los granos de aglomerados abrasivos se adhieren puede ser película, papel, tejido, fibra (tanto en forma de hoja no tejida como una estructura fibrosa esponjada) o incluso un material de espuma. Por tanto, la expresión “abrasivo revestido” tal como se usa en la presente memoria descriptiva incluye productos abrasivos convencionales, tales como cintas y discos que usan un sustrato plano fabricado con materiales convencionales y, además, productos en los que los aglomerados de abrasivos de la invención están adheridos a una estructura fibrosa esponjada, del tipo frecuentemente denominados “abrasivos de materiales compuestos”, y aquellos en los que están dispersados en, y adheridos a, las capas superficiales de una estructura de espuma de celdillas abiertas.

15

El abrasivo revestido de la invención se puede formar con cualquiera de las técnicas convencionales conocidas en la técnica anterior. Éstas incluyen la aplicación sobre un revestimiento estructural depositado sobre un sustrato, seguido por deposición de un revestimiento de encolado, así como la deposición de los granos de aglomerados abrasivos dispersos en el interior de un aglutinante curable apropiado sobre un sustrato. El aglutinante curable se puede curar según se aplica o la superficie se puede tratar por técnicas conocidas para imponer una estructura superficial sobre eso.

20

Asimismo abrasivos revestidos, en los que los granos de aglomerados abrasivos se depositan sobre estructuras fibrosas esponjadas o en, al menos las capas superficiales de una espuma de polímero, se pueden obtener usando procedimientos conocidos en la técnica.

25

Un abrasivo revestido se puede formar por deposición de granos de aglomerados abrasivos sobre un sustrato que ha sido revestido con un revestimiento estructural de la manera habitual. En este caso, la deposición puede ser alimentación por gravedad o por un procedimiento UP. Cuando un aglutinante de partículas vítreo se usa para formar los aglomerados, se hace posible usar la técnica de deposición UP que generalmente se prefiere para abrasivos revestidos. Esta técnica está menos bien adaptada para depositar aglomerados fabricados usando una resina orgánica como aglutinante de partículas, ya que tales granos no se proyectan bien bajo la influencia de un campo electrostático.

30

El grano de aglomerados abrasivos se puede depositar solo o en mezcla con otros granos abrasivos convencionales. El nivel de aplicación puede proporcionar un revestimiento cerrado (100% de revestimiento del área superficial del sustrato al que se aplican los granos), o un revestimiento más abierto en el que los granos están separados en un cierto grado que depende del grado de “apertura”. En algún caso es deseable aplicar los granos de aglomerados abrasivos sobre una capa previamente depositada de otro abrasivo, tal vez uno de peor calidad, para proporcionar mejor soporte para los granos de aglomerados abrasivos.

35

40

Cuando el abrasivo revestido se forma de la manera convencional usando revestimientos estructural y de encolado para anclar los granos de aglomerados, con frecuencia se prefiere que la aplicación del revestimiento de encolado no tenga el efecto de reducir significativamente la porosidad de los granos de aglomerados abrasivos. El revestimiento de encolado es típicamente una formulación de resina curable relativamente fluida y si esto se aplica con algo de presión, por ejemplo, mediante la técnica de aplicación con rodillo, la formulación curable se puede forzar a entrar en los poros del grano reduciendo, por ello, una importante propiedad de los granos de aglomerados abrasivos. Por tanto, se prefiere que el revestimiento de encolado se aplique usando una técnica sin contacto, tal como aplicación por pulverización. Además o alternativamente, con frecuencia es deseable modificar las propiedades de la resina del revestimiento de encolado para aumentar la viscosidad, tal vez mediante adición de cargas tales como sílice, para minimizar la tendencia de la resina a penetrar en la estructura del grano. Preferiblemente, la viscosidad se ajusta a un valor de, al menos 1.000 centipoises y más preferiblemente a, por lo menos 1.500 centipoises o más alto. Cuando el aglutinante se usa como matriz para mantener el grano de aglomeración y simultáneamente unirlo al soporte, se prefiere un ajuste similar de la viscosidad.

45

50

55

En la fabricación de un abrasivo revestido usando un revestimiento estructural, los granos no llegan a sumergirse en el revestimiento estructural, el cual en cualquier caso, usualmente está parcialmente curado y, por tanto, no muy fluido cuando recibe los aglomerados abrasivos. Sin embargo, el revestimiento de encolado se aplica usualmente sobre los granos de aglomerados y, por tanto, tiene oportunidades significativamente mayores oportunidades para penetración de la estructura del aglomerado. Aunque una pérdida excesiva de la apertura de una estructura de aglomerados, que comprende muchas partículas, puede ser indeseable, una cantidad limitada de la penetración de la estructura del aglomerado no necesita necesariamente ser una cosa mala, ya que el efecto es incrementar el área superficial del grano en contacto con el revestimiento de encolado y, por eso, fortalecer la fuerza de agarre sobre el grano, ejercida por el revestimiento de encolado.

60

65

El abrasivo revestido se puede formar, también, por aplicación de una suspensión que comprende los granos de aglomerados abrasivos, dispersados en una formulación de aglutinante curable, a un material de soporte apropiado.

## ES 2 244 350 B2

También en este caso el aglutinante se puede tratar para reducir la penetración de la estructura de los granos de aglomerados abrasivos por la resina del aglutinante. La aplicación de la suspensión se puede conseguir en dos o más operaciones, opcionalmente usando formulaciones diferentes en las deposiciones sucesivas. Esto permite una cierta flexibilidad para variar la naturaleza de la acción abrasiva cuando el abrasivo revestido se desgasta.

Cintas abrasivas revestidas de acuerdo con la invención pueden necesitar ser dobladas antes de uso, como es usual con cintas fabricadas usando una resina de aglutinante que endurece a una capa no flexible. Además, es frecuentemente deseable preparar la superficie de rectificación antes de uso para garantizar altas velocidades de corte uniforme desde el comienzo.

Estructuras fibrosas esponjadas de acuerdo con la invención se pueden fabricar, por ejemplo tratando una esterilla esponjada de fibras con un material aglutinante, frecuentemente usando una técnica de pulverización y, luego, depositando los granos de aglomerado abrasivo sobre eso antes de curar la resina aglutinante. Los productos de acuerdo con la invención de esta forma tienen particular utilidad para el pulido y acabado de superficies metálicas.

### Ejemplos

La invención se ilustra, ahora, usando los siguientes ejemplos con los que se pretende presentar las propiedades sorprendentemente ventajosas de los productos de acuerdo con la invención.

#### *Fabricación de granos de aglomerados abrasivos unidos vítreos*

Los granos de aglomerados evaluados en los ejemplos siguientes se fabricaron por un procedimiento que corresponde a los "Preferred Manufacture of Abrasive Agglomerates" descritos más arriba y usando el equipo ilustrado en la figura 1.

Los seis primeros Ejemplos ilustran la producción de los aglomerados abrasivos usados en la investigación. Los granos de aglomerados fabricados de esta manera se incorporaron en los abrasivos revestidos para evaluar su comportamiento por comparación con granos de abrasivos comerciales convencionales de alta calidad. Los resultados se documentan en los Ejemplos 7-9 que se proporcionan con fines de ilustración de la invención, y no con fines de limitación.

#### Ejemplo 1

Una serie de muestras de granos abrasivos aglomerados se prepararon en un aparato de calcinación rotatorio (ELECTRIC FIRED MOLDEL # HOU-5D34-RT-28, 1.200°C de temperatura máxima, potencia de entrada 30 KW, equipado con un tubo metálico de 183 cm de longitud y 14 cm de diámetro interior, fabricado por Harper International, Buffalo, New York). El tubo de material refractario se sustituyó con un tubo de carburo de silicio de las mismas dimensiones, y el aparato se modificó para operar a una temperatura máxima de 1.550°C. El proceso de aglomeración se llevó a cabo en, condiciones atmosféricas, con un punto fijo del control de la temperatura de la zona caliente de 1.180°C, con una velocidad de rotación del tubo del aparato de 9 rpm, un ángulo de inclinación de 2,5 a 3 grados, y una velocidad de alimentación del material de 6-10 kg/h. El aparato usado era sustancialmente idéntico al aparato ilustrado en la Figura 1. El rendimiento de gránulos de flujo libre usables (definidos por -12 mallas a la bandeja) fue 60 a 90% del peso total de la materia prima antes de la calcinación.

Las muestras de aglomerados se tomaron de una mezcla simple de mezclas de partículas abrasivas y agua descritas en la Tabla 1-1. El aglutinante de partículas unidas vitrificadas usado para preparar las muestras se presenta en la Tabla 2. Las muestras se prepararon a partir de tres tipos de partículas abrasivas: alúmina 38A, alúmina fundida 32A y grano de sol gel de alfa-alúmina sinterizada Norton SG, obtenida de Saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc., Worcester, MA, USA, en los tamaños de microgranos presentados en la Tabla 1-1.

Después de agregación en el aparato de calcinación rotatorio, las muestras de granos abrasivos aglomerados se tamizaron y se sometieron al ensayo de densidad de empaquetamiento flojo (DEF), distribución de tamaños y solidez del aglomerado. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

# ES 2 244 350 B2

TABLA 1

*Características de granos aglomerados*

Muestra No - grano - líquido - aglutinante de partículas	Peso, kg de mezcla	Peso de mate- rial de unión (%) (sobre la base de granos)	% en volu- men de ma- terial de unión	DEF g/cc -12/ban- deja	Distribución de tamaño medio ( $\mu$ )	Distribución tamaño medio Tamaño del tamiz	Densidad relativa media %	Presión a 50% de fracción comprimida MPa
1 - 60 micrograno 38A - agua - aglutinante A	13,6 0,3 0,3	2,0	3,18	1,46	334	-40/+50	41,0	0,6±0,1
2 - 90 micrograno 38A - agua - aglutinante E	13,6 0,4 0,9	6,0	8,94	1,21	318	-45/+50	37,0	0,5±0,1
3 - 120 micrograno 38A - agua - aglutinante C	13,6 0,5 1,5	10,0	13,92	0,83	782	-210/+25	22,3	2,6±0,2
4 - 120 micrograno 32A - agua - aglutinante A	13,6 0,4 0,9	6,0	8,94	1,13	259	-40/+60	31,3	0,3±0,1
5 - 60 micrograno 32A - agua - aglutinante E	13,6 0,5 1,5	10,0	14,04	1,33	603	-25/+30	37,0	3,7±0,2
6 - 90 micrograno 32A - agua - aglutinante C	13,6 0,3 0,3	2,0	3,13	1,03	423	-40/+45	28,4	0,7±0,1
7 - 90 micrograno SG - agua - aglutinante A	13,6 0,5 1,4	10,0	14,05	1,20	355	-45/+50	36,7	0,5±0,1
8 - 120 micrograno SG - agua - aglutinante E	13,6 0,3 0,3	2,0	3,15	1,38	120	-120/+140	39,1	-
9 - 60 micrograno SG - agua - aglutinante C	13,6 0,4 0,9	6,0	8,87	1,03	973	-18/+20	27,6	-

<sup>a</sup> El aglutinante en % en volumen es el porcentaje del material sólido en el interior del grano (es decir, material de unión y partículas) después de la cocción, y no incluye el % de porosidad en volumen.

El % de aglutinante en volumen de los granos de aglomerados cocidos se calculó usando la PPI (pérdida por ignición) de las materias primas de aglutinante.

El tamaño de los granos de aglomerado sinterizados se midió con tamices de ensayo estándar U.S. instalados en un aparato de tamizado con vibración (Ro-Tap; Model RX-29; W.S. Tyler Inc. Mentor, OH). Los tamaños de mallas de los tamices oscilaban entre 18 y 140, según fueran apropiados para las diferentes muestras. La densidad de empaquetamiento flojo (DEF) de los granos de aglomerados sinterizados se midió por el procedimiento de la American National Standard para Densidad Aparente de Granos Abrasivos.

La densidad relativa media inicial, expresada en porcentaje, se calculó dividiendo la DEF ( $\rho$ ) por la densidad teórica de los granos ( $\rho_0$ ) suponiendo que la porosidad es cero. La densidad teórica se calculó de acuerdo con la ley volumétrica del método de mezclas a partir del porcentaje en peso y el peso específico del aglutinante de partículas y de las partículas abrasivas contenidas en los aglomerados.

La resistencia mecánica de los granos de aglomerado se midió por un ensayo de compactación. Los ensayos de compactación se llevaron a cabo usando una matriz de acero lubricado en una máquina de ensayo universal Instron® con una muestra de 5 g de grano de aglomerado. La muestra de grano de aglomerado se introdujo en la matriz y se niveló ligeramente golpeando ligeramente el exterior de la matriz. Un punzón en la parte de arriba se insertó y un cabezal fue bajando hasta que una fuerza ("posición inicial") se observó en el registrador. Una presión que aumentaba a una velocidad constante (2 mm/min) se aplicó a la muestra hasta un máximo de 180 MPa de presión. El volumen de la muestra de grano de aglomerado (el DEF compactado de la muestra), observado en forma de desplazamiento del

## ES 2 244 350 B2

cabezal (la deformación) se registró como la densidad relativa en función del log de la presión aplicada. El material residual se tamizó, luego, para determinar el porcentaje de la fracción comprimida. Se midieron diferentes presiones para establecer una gráfica de la relación entre el log de la presión aplicada y el porcentaje de fracción comprimida. Los resultados se presentan en la Tabla 1 como log de la presión en el punto en el que la fracción comprimida es igual al 50% en peso de la muestra de grano de aglomerado. La fracción comprimida es la relación entre el peso de las partículas comprimidas que pasan a través del tamiz más pequeño y el peso inicial de la muestra.

Los aglomerados sinterizados y acabados tenían formas tri-dimensionales que variaban entre formas triangular, esférica, cúbica, rectangular y otras formas geométricas. Los aglomerados comprendían una pluralidad de microgranos abrasivos individuales (por ejemplo, 2 a 20 microgranos) unidos entre sí por un material de unión vítreo en puntos de contacto de micrograno a micrograno.

El tamaño del grano de aglomerado aumentaba con el aumento de la cantidad de material de unión en el grano de aglomerado en el intervalo de 3 a 20% en peso del aglutinante de partículas.

Una resistencia de compactación adecuada se observó en todas las muestras 1-9, que indicaban que el aglutinante de partículas vítreo había madurado y fluido para crear una unión eficaz entre las partículas abrasivas dentro del grano de aglomerado. Los granos de aglomerado fabricados con 10% en peso de aglutinante de partículas tenía una resistencia de compactación significativamente más alta que las fabricadas con 2 a 6% en peso de aglutinante de partículas.

Valores de DEF más bajos fueron un indicador de un grado más alto de aglomeración. El DEF de los granos de aglomerado disminuía con el % en peso creciente de aglutinante de partículas y con el tamaño decreciente de partículas abrasivas. Diferencias relativamente grandes entre 2 y 6% en peso de aglutinante de partículas, comparadas con diferencias relativamente pequeñas entre 6 y 10% en peso de aglutinante de partículas demuestran que un porcentaje en peso de aglutinante de partículas inferior a 2% en peso puede ser inadecuado para la formación de granos de aglomerados. En los porcentajes en peso más altos, por encima de 6% en peso, la adición de más aglutinante de partículas puede no ser beneficioso en la fabricación de granos de aglomerados más grandes o más resistentes.

Tal como sugieren los resultados del tamaño de granos de aglomerados, muestras de aglutinante C de partículas, que tenían la viscosidad de vidrio fundido más baja a la temperatura de aglomeración, tenía el DEF más bajo de los tres aglutinantes de partículas. El tipo de abrasivo no tenía ningún efecto significativo sobre el DEF.

TABLA 2

*Aglutinante de partículas usados en los aglomerados*

Componentes De composición cocida <sup>b</sup>	A % en peso de aglutinante de partículas A-1 <sup>a</sup>	B Aglutinante de partículas % en peso	C Aglutinante de partículas % en peso	D Aglutinante de partículas % en peso	E Aglutinante de partículas % en peso	F Aglutinante de partículas % en peso
Alúmina	15 (11)	10	14	10	18	16
Formadores de vidrio (SiO <sub>2</sub> +B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	69 (72)	69	71	73	64	68
Alcalino-térreos (CaO, MgO)	5-6 (7-8)	<0,5	<0,5	1-2	6-7	5-6
Álcali (Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> O, LiO <sub>2</sub> )	9-10 (10)	20	13	15	11	10
Peso específico g/cc	2,40	2,38	2,42	2,45	2,40	2,40
Viscosidad estimada (poises) a 1.180°C	25.590	30	345	850	55.300	7.800

a. La variación de aglutinante de partículas A-1 establecido entre paréntesis se usó para las muestras del ejemplo 2.

b. Impurezas (p. e., Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub>) están presentes en aproximadamente 0,1-2%.

Ejemplo 2

Muestras adicionales de granos de aglomerados se fabricaron utilizando diversas otras realizaciones de elaboración y materias primas.

## ES 2 244 350 B2

Una serie de granos de aglomerados (muestras nos. 10-13) se formaron a diferentes temperaturas de sinterización, que oscilaban entre 1.100 y 1.250°C, utilizando un aparato de calcinación rotatorio (model #HOU-6D60-RTA-28, equipado con un tubo de mulita de 305 cm de longitud, 15,5 cm de diámetro interior y 0,95 cm de espesor, que tenía una longitud calentada de 152 cm, con tres zonas de control de la temperatura. El aparato fue fabricado por Harper International, Buffalo, New York). Una unidad alimentadora Brabender con velocidad de alimentación volumétrica con control ajustable se usó para dosificar las partículas de abrasivo y la mezcla de aglutinante de abrasivo en el tubo de calentamiento del aparato de calcinación rotatorio. El procedimiento de aglomeración se llevó a cabo en condiciones atmosféricas, con una velocidad de rotación del tubo del aparato de 4 rpm, un ángulo de inclinación del tubo de 2,5 grados y una velocidad de alimentación de 8 kg/h. El aparato usado era sustancialmente idéntico al aparato ilustrado en la figura 1. Las selecciones de temperatura y otras variables utilizadas para fabricar estos aglomerados se establecen en la tabla 2-1.

Todas las muestras contenían una mezcla, basadas en % en peso, de 89,86% de partículas abrasivas (alúmina 38A de micrograno 60 obtenida de saint-Gobain Ceramics & Plastics, Inc.), 10,16% de mezcla de aglutinante temporal (6,3% en peso de aglutinante proteínico líquido AR30, 1,0% de PEG Carbowax® 3350 y 2,86% de aglutinante A de partículas). Esta mezcla produjo 4,77% en volumen de aglutinante de partículas y 95,23% en volumen de partículas abrasivas en el grano de aglomerado sinterizado. La densidad teórica calculada de los granos de aglomerados (suponiendo que no hay porosidad) fue de 3,852 g/cc.

Antes de colocar la mezcla en la unidad de alimentación, granos de aglomerados en etapa cruda se formaron por extrusión simulada. Para preparar granos de aglomerados extruidos, el aglutinante temporal proteínico líquido se calentó para disolver el PEG Carbowax® 3350. Luego, el aglutinante de partículas se añadió lentamente al tiempo que se agitaba la mezcla. Partículas abrasivas se añadieron a una mezcladora de alto cizallamiento (112 cm de diámetro) y la mezcla de aglutinante de partículas preparada se añadió lentamente a las partículas en la mezcladora. La combinación se mezcló durante 3 min. La combinación mezclada se tamizó en húmedo a través de un tamiz de caja de malla 12 (tamaño de tamiz estándar U.S.) sobre bandejas en una capa con un espesor máximo de 2,5 cm para formar granos de aglomerados extruidos húmedos y crudos (no cocidos). La capa de granos de aglomerados extruidos se secó en estufa a 90°C durante 24 h. Después de secar, los granos de aglomerados se tamizaron de nuevo usando un cedazo de caja de mallas 12 a 26 (tamaño de tamices estándar U.S.).

Se observó durante la calcinación rotatoria que granos de aglomerados fabricados en estado crudo aparecía que se rompían cuando se calentaban, y luego se volvían a conformar cuando salían a montones por el extremo de salida de la porción calentada del tubo de calcinación rotatorio. El tamaño mayor de los granos aglomerados fabricados en estado crudo, relativa a la de los granos aglomerados después de la cocción era fácilmente aparente por inspección visual de las muestras.

Después de la cocción, los tamaños de granos aglomerados se observó que eran suficientemente uniformes para propósitos comerciales, con una distribución de tamaños en un intervalo de aproximadamente 500-1.200  $\mu\text{m}$ . Las medidas de distribución de tamaños se presentan en la Tabla 2-2 más abajo.

TABLA 2-1

Muestra No.	Temp. <sup>a</sup> de sinterización °C	Rendimiento % Malla 12	Tamaño medio $\mu\text{m}$	DEF G/cc Malla 12	Presión a 50% de fracción comprimida MPa	% de rendimiento malla -16/+35	Tamaño aglomerado medio $\mu\text{m}$	DEF g/cc Malla -16/+35
(10)	1.100	n/a <sup>b</sup>	n/a	N/a	n/a	n/a	536	n/a
(11)	1.150	97,10	650	1,20	13±1	76,20	632	0,95
(12)	1.200	96,20	750	1,20	9±1	87,00	682	1,04
(13)	1.250	96.60	675	1,25	8±1	85,20	641	1,04

a. Temperatura establecida en el controlador del calcinador rotatorio (para las 3 zonas).

b. "n/a" significa que no se realizaron medidas.

## ES 2 244 350 B2

TABLA 2-2

*Distribución de tamaños para granos de aglomerados cocidos*

Muestra No.	Tamiz # ASTM-E	Tamiz # ISO 565 µm	% en peso en tamiz			
			10	11	12	13
-35		-500	41,05	17,49	11,57	14,31
35		500	22,69	17,86	14,56	17,69
30		600	18,30	24,34	21,27	26,01
25		725	12,57	21,53	24,89	23,06
20		850	3,43	13,25	16,17	12,43
18		1.000	1,80	4,58	10,09	5,97
16		1.150	0,16	0,95	1,44	0,54

### Ejemplo 3

Granos de aglomerados (muestras nos. 14-23) se prepararon tal como se describe en el Ejemplo 2, excepto que la temperatura se mantenía constante a 1.000°C, y se usó un aparato de calcinación rotatorio modelo #KOU-8D48-RTA-20, equipado con un tubo de sílice fundida de 274 cm de longitud, 20 cm de diámetro interior, que tenía una longitud calentada de 122 cm con tres zonas de control de temperatura. El aparato estaba fabricado por Harper International, Buffalo, New York. Diversos modelos se examinaron para la preparación de la mezcla pre-cocida de partículas abrasivas y material aglutinante de partículas. El procedimiento de aglomeración se llevó a cabo en condiciones atmosféricas, con una velocidad de rotación del aparato de 3 a 4 rpm, un ángulo de inclinación de 2,5 grados, y una velocidad de alimentación de 8 a 10 kg/h. El aparato usado era sustancialmente idéntico al aparato ilustrado en la figura 1.

Todas las muestras contenían 13,6 kg de partículas abrasivas (las mismas que se usaron en el Ejemplo 2, excepto que la muestra 16 contenía 11,3 kg de alúmina sol-gel micrograno 70 Norton SG<sup>®</sup>, obtenida de Saint-Gobain Ceramics and Plastics, Inc.) y 0,41 kg de aglutinante A de partículas (que produjo 4,89% en volumen de material aglutinante de partículas en el grano de aglomerados sinterizados). El material aglutinante de partículas se dispersó en diferentes sistemas de aglutinantes temporales antes de la adición a las partículas abrasivas. El sistema de aglutinantes temporales del Ejemplo 2 ("Aglutinante 2") se usó para algunas muestras y otras muestras se fabricaron usando aglutinante temporal proteínico líquido AR30 ("Aglutinante 3") en los porcentajes enumerados más abajo en la tabla 3. La muestra 20 se usó para preparar granos de aglomerados en estado crudo, no cocidos por el método de extrusión simulada del Ejemplo 2.

Las variables ensayadas y los resultados de los ensayos se resumen más abajo en la Tabla 3.

(Tabla pasa a página siguiente)

## ES 2 244 350 B2

TABLA 3

*Tratamientos de aglutinantes en estado crudo*

Muestra No.	Tratamiento de mezclas	% de aglutinante en peso (como % en peso de grano)	% de producción tamiz de malla -12	DEF g/cc
14	Aglutinante 3	2,0	100	1,45
15	Aglutinante 3	1,0	100	1,48
16	Aglutinante 3; Grano SG	4,0	92	1,38
17	Aglutinante 3	4,0	98	1,44
18	Aglutinante 2	6,3	90	1,35
19	Aglutinante 3	8,0	93	1,30
20	Aglutinante 2; Extrusión simulada	6,3	100	1,37
21	Aglutinante 3	3,0	100	1,40
22	Aglutinante 3	6,0	94	1,44
23	Aglutinante 2	4,0	97	1,54

Los resultados confirman que la aglomeración en estado crudo no es necesaria para formar una calidad y rendimiento aceptables de granos aglomerados sinterizados (compárense las muestras 18 y 20). Cuando el % en peso de Aglutinante 3 usado en la mezcla inicial se incrementó de 1 a 8%, el DEF presentaba una tendencia hacia una disminución moderada, que indicaba que el uso de un aglutinante tenía un efecto beneficioso, pero no esencial para el proceso de aglomeración. Por tanto, más bien inesperadamente, no parece necesario pre-conformar una forma o tamaño de grano de aglomerado deseado antes de sinterizarlo en un aparato de calcinación rotatorio. El mismo DEF se consiguió simplemente alimentando una mezcla húmeda de los componentes del aglomerado en el aparato de calcinación rotatorio y volteando la mezcla cuando pasa a través de la porción caliente del aparato.

#### Ejemplo 4

Granos de aglomerados (muestras nos. 24-29) se prepararon tal como se describe en el Ejemplo 2, excepto que la temperatura se mantenía constante a 1.200°C y diversos métodos se examinaron para la preparación de la mezcla precocida de partículas abrasivas y aglutinante de partículas. Todas las muestras (excepto las muestras 28-29) contenían una mezcla de 136,4 kg de partículas abrasivas (lo mismo que en el ejemplo 2: alúmina 38A de micrograno 60) y 4,1 kg de aglutinante A de partículas (que produjo 4,89% en volumen de aglutinante de partículas en el grano de aglomerados sinterizados).

La muestra 28 (la misma composición que el Ejemplo 2) contenía 20,4 kg de partículas abrasivas y 0,6 kg de aglutinante A temporal. El aglutinante se combinó con la mezcla de aglutinante líquido (37,8% en peso (1,41 kg) de aglutinante AR30 en agua) y 2,26 de esta combinación se añadió a las partículas abrasivas. La viscosidad de la combinación líquida fue 784 CP a 22°C (Viscosímetro Brookfield LVF).

La muestra 29 (la misma composición que el Ejemplo 2) contenía 13 kg de partículas abrasivas y 0,4 kg de aglutinante A de partículas (que produjo 4,89% en volumen de aglutinante de partículas en el grano de aglomerados sinterizados). El aglutinante de partículas se combinó con la mezcla de aglutinante temporal líquido (54,7% en peso (0,22 kg) de resina Duramax® B1052 y 30,1% en peso (0,66 kg) de resina Duramax® B1051 en agua) y esta combinación se añadió a las partículas abrasivas. Las resinas Duramax se obtuvieron de Rohm and Haas, Philadelphia, PA.

El procedimiento de aglomeración se llevó a cabo en condiciones atmosféricas, con una velocidad de rotación del tubo del aparato de 4 rpm, un ángulo de inclinación del tubo de 2,5 grados, y una velocidad de alimentación de 8 a 12 kg/h. El aparato usado era sustancialmente idéntico al aparato ilustrado en la figura 1.

## ES 2 244 350 B2

La muestra 28 se pre-aglomeró, antes de calcinación, en un aparato de lecho fluidizado fabricado por Niro, Inc., Columbia, Maryland (Multi-processor<sup>®</sup> model MP-2/3, equipado con un cono de tamaño MP-1 (0,9 m) de diámetro en su dimensión más ancha). Las variables del procedimiento siguientes se eligieron para las series de muestras del proceso de lecho fluidizado:

- temperatura del aire de entrada, 64-70°C
- flujo del aire de entrada, 100-300 metros cúbicos/hora
- velocidad de flujo del líquido de granulación, 440 g/min
- espesor del lecho (carga inicial 3-4 kg), aproximadamente 10 cm
- presión del aire, 1 bar
- orificio de 800  $\mu\text{m}$  de dos tobera de mezcla exterior de fluidos

Las partículas abrasivas se cargaron en el fondo del aparato y se dirigió aire a través del difusor de placa de lecho fluidizado por encima y a través de las partículas. Al mismo tiempo, la mezcla líquida de aglutinante de partículas y aglutinante temporal se bombeó a la tobera de mezcla exterior y, luego, se pulverizó desde las toberas a través de los difusores de placa y a las partículas, revistiendo con eso las partículas individuales. Granos de aglomerados de la etapa cruda se formaron durante el secado del aglutinante de partículas y mezcla de aglutinantes.

La mezcla 29 se pre-aglomeró, antes de calcinación, en un proceso de extrusión a baja presión usando un Benchtop Granulator<sup>®</sup> fabricado por LCI Corporation, Charlotte, North Carolina (equipado con una cesta perforada que tenía orificios de 0,5 mm de diámetro). La mezcla de partículas abrasivas, aglutinante de partículas y aglutinante temporal se alimentó manualmente en la cesta perforada (tamiz de la extrusora), se forzó a pasar a través del tamiz mediante espas rotatorias y se recogieron en una bandeja receptora. Los granos de pre-aglomerados extruidos se secaron en estufa a 90°C durante 24 horas y se usó como material de alimentación para el proceso de calcinación rotatoria.

Las variables ensayadas y los resultados de los ensayos se resumen más abajo y en las Tablas 4-1 y 4-2. Estos ensayos confirman que los resultados establecidos en el Ejemplo 3 se observan también a una temperatura de cocción más alta (1.200 frente a 1.000°C). Estos ensayos ilustran, también, que extrusión a baja presión y pre-aglomeración de lecho fluidizado se puede usar para fabricar gránulos aglomerados, pero una etapa de aglomeración antes de calcinación rotatoria no es necesaria para fabricar los aglomerados de la invención.

TABLA 4-1

*Característica de aglomerados*

Muestra No.	Tratamiento de mezclas	% en peso de aglutinante basado en % en peso de partículas	Rendimiento en % Tamiz de malla -12	Tamaño medio $\mu\text{m}$	DEF g/cc
24	Aglutinante 3	1,0	71,25	576	1,30
25	Aglutinante 3	4,0	95,01	575	1,30
26	Aglutinante 3	8,0	82,63	568	1,32
27	Aglutinante 2	7,2	95,51	595	1,35
28	Aglutinante 3	7,2	90,39	n/a	n/a
29	Resina Duramax	7,2	76,17	600	1,27

## ES 2 244 350 B2

TABLA 4-2

*Distribución de tamaño de microgranos de aglomerados*

Muestra No.	No. tamiz ASTM-E	No. tamiz ISO 565 µm	% en peso en el tamiz					
			24	25	26	27	28	29
-40	-425		17,16	11,80	11,50	11,50	n/a	11,10
40	425		11,90	13,50	14,00	12,50	n/a	12,20
35	500		17,30	20,70	22,70	19,60	n/a	18,90
30	600		20,10	25,20	26,30	23,80	n/a	23,70
25	725		17,60	19,00	17,20	18,40	n/a	19,20
20	850		10,80	8,10	6,40	9,30	n/a	10,30
18	1.000		3,90	1,70	1,60	3,20	n/a	3,60
16	1.180		0,80	0,10	0,30	1,60	n/a	1,10

### Ejemplo 5

Granos de aglomerados adicionales (muestras nos. 30-37) se prepararon tal como se describe en el Ejemplo 3, excepto que la sinterización se realizó a 1.180°C, tipos diferentes de partículas abrasivas se sometieron a ensayo, y 13,6 kg de partículas abrasivas se mezclaron con 0,9 kg de aglutinante A de partículas (para producir 8,94% en volumen de aglutinante de partículas en los granos de aglomerados sinterizados). El aglutinante 3 del Ejemplo 3 se comparó con agua como aglutinante temporal para aglomeración en la etapa cruda. En las muestras 30-34 se usaron 0,4 kg de agua como aglutinante temporal. En las muestras 35-37 se usaron 0,3 kg de Aglutinante 3. Las variables sometidas a ensayo se resumen en la Tabla 5 más abajo.

El procedimiento de aglomeración se llevó a cabo en condiciones atmosféricas, con una velocidad de rotación del tubo del aparato de 8,5-9,5 rpm, un ángulo de inclinación del tubo de 2,5 grados y una velocidad de alimentación de 5-8 kg/h. El aparato usado era sustancialmente idéntico al aparato ilustrado en la figura 1.

Después de aglomeración, las muestras de granos abrasivos aglomerados se tamizaron y se ensayaron la densidad de empaquetamiento flojo (DEF), la distribución de tamaños y la resistencia mecánica del aglomerado. Los resultados se presentan en la Tabla 5.

(Tabla pasa a página siguiente)

TABLA 5

Muestra No.	Partículas Abrasivas	Aglutinante temporal	% en peso de aglutinante en partículas	Tamaño Medio Mm	DEF G/cc	Presión a 50% de fracción comprimida MPa
30	Micrograno 60 alúmina 57 <sup>a</sup>	Agua	3,0	479	1,39	1,2±0,1
31	Micrograno 60 alúmina 55 <sup>a</sup>	Agua	3,0	574	1,27	2,5±0,1
32	Micrograno 80 alúmina XG	Agua	3,0	344	1,18	0,4±0,1
33	Micrograno 70 alúmina sol-gel Targa <sup>R</sup>	Agua	3,0	852	1,54	17±1,0
34	70/30% en peso de micrograno 60 38A/micrograno 60 Norton alúmina SG	Agua	3,0	464	1,31	1,1±0,1
35	Micrograno 60 alúmina 38 <sup>a</sup>	Aglutinante 3	2,4	n/a	n/a	n/a
36	Micrograno 60 Alúmina Norton SG <sup>R</sup>	Aglutinante 3	2,4	n/a	n/a	n/a
37	60/25/15 % en peso de micrograno 60 38A/micrograno 120 Norton SG/micrograno 320 57A	Aglutinante 3	2,4	n/a	n/a	n/a

Estos resultados demuestran, de nuevo, la utilidad del agua como aglutinante temporal para los granos de aglomerados en el procedimiento de calcinación rotatoria.

Además, mezclas de tipos de granos, tamaños de granos, o ambos se pueden aglomerar por el procedimiento de la invención y estos aglomerados se pueden revestir a una temperatura de 1.180°C en el aparato de calcinación rotatorio. Un aumento significativo de la resistencia a la compactación se observó cuando un grano abrasivo alargado de alta relación de forma (es decir,  $\geq 4:1$ ) se usó para fabricar granos de aglomerados (muestra 33).

#### Ejemplo 6

Otra serie de granos de aglomerados (muestras nos. 38-45) se prepararon tal como se describe en el Ejemplo 3, excepto que se usaron temperaturas de sinterización diferentes, y se sometieron a ensayo diferentes tipos de tamaños de microgranos de partículas abrasivas y diferentes aglutinantes de partículas. En algunas de las mezclas de materias primas, cáscara de nuez se usó como material de carga orgánica inductor de poros (la cáscara de nuez se obtuvo de Composition Materials Co., Inc., Fairfield, Connecticut, en tamaño de tamiz US 40/60). Las variables sometidas a ensayo se resumen en la tabla 6. Todas las muestras contenían una muestra de 13,6 kg de partículas abrasivas y 2,55 en peso de Aglutinante 3, sobre la base del peso de los granos, con cantidades diversas de aglutinantes de partículas, tal como se presenta en la Tabla 6.

El procedimiento de aglomeración se llevó a cabo en condiciones atmosféricas, con una velocidad de rotación del tubo del aparato de 8,5-9,5 rpm, un ángulo de inclinación del tubo de 2,5 grados y una velocidad de alimentación de 5-8 kgth. El aparato usado era sustancialmente idéntico al aparato ilustrado en la Figura 1.

Después de aglomeración, las muestras de granos aglomerados se tamizaron y se sometió a ensayo la densidad de empaquetamiento flojo (DEF), tamaño medio y resistencia de compactación del aglomerado (véase Tabla 6). Las propiedades de todos los granos de aglomerados eran aceptables para uso para fabricar abrasivos revestidos. Estos datos parecen indicar que el uso de inductores orgánicos de poros, es decir, cáscaras de nuez, no tienen un impacto significativo en las características de los aglomerados.

# ES 2 244 350 B2

TABLA 6

Muestra No.	Partículas abrasivas Mezcla en % en peso tamaño de micrograno/tipo	Material de unión	% en volumen de aglutinante <sup>a</sup> de partículas cocidas	% en volumen de inductor de poros cocido	DEF g/cc	Presión a 50% de fracción comprimida MPa
38	90/10 % en peso de Alúmina sol-gel de micrograno 60 38A/ micrograno 70 Targa <sup>R</sup>	F	5,18	0	1,14	11,5±0,5
39	" "	C	7,88	2	1,00	11,5±0,5
40	90/10 % en peso de Alúmina sol-gel de micrograno 80 38A/ micrograno 70 Targa <sup>R</sup>	F	5,18	2	1,02	10,5±0,5
41	" "	C	7,88	0	0,92	N/a
42	50/50% en peso de micrograno 60 38A/ micrograno 60 32A	F	5,18	2	1,16	11,5±0,5
43	" "	C	7,88	0	1,06	n/a
44	50/50% en vol. de micrograno 80 38A/ micrograno 60 32A	F	5,18	0	1,08	8,5±0,5
45	" "	C	7,88	2	1,07	11,5±0,5

a. El % en volumen es sobre la base del total de sólidos (grano, material de unión e inductor de poros) y no incluye la porosidad del aglomerado. 38A y 32A son materiales abrasivos de alúmina fundida.

## Ejemplo 7

En este Ejemplo, el comportamiento de un disco de 17,8 cm fabricado usando aglomerados abrasivos de acuerdo con la invención se comparó con discos abrasivos convencionales fabricados usando materiales y granos abrasivos convencionales.

El disco abrasivo de acuerdo con la invención se fabricó usando granos de aglomerados abrasivos que comprenden partículas abrasivas sembradas de alúmina sol-gel con un tamaño de micrograno de 90 obtenidas de Saint-Gobain Ceramics and Plastics, Inc. Estas partículas se conformaron en granos de aglomerados abrasivos tal como se describe en conexión con la preparación de la muestra 7 en el Ejemplo 1 más arriba. Los granos se clasificaron y una fracción de grado -28/+40 se retuvo para uso.

Los granos de aglomerados abrasivos se usaron para formar un disco abrasivo revestido por deposición sobre un sustrato en forma de disco de fibra convencional, usando una técnica convencional de revestimiento estructural/revestimiento de encolado. La resina usada para proporcionar revestimientos estructurales y de encolado fue una resina fenólica convencional. El revestimiento estructural se aplicó en un nivel de 0,12 kg/m<sup>2</sup> (3,76 kg/resma), y los granos de aglomerados abrasivos se depositaron mediante una técnica UP con un nivel de 0,28 kg/m<sup>2</sup> (8,62 kg/resma). El revestimiento de encolado se aplicó usando una técnica de pulverización con un nivel de 0,49 kg/m<sup>2</sup> (14,97 kg/resma) y era una resina fenólica estándar con una viscosidad de 800 cps modificada con la adición de sílice Cab-o-Sil disponible de Cabot Corporation a una viscosidad de 2.000 cps. En cada caso la expresión "resma" referida es una resma de fabricantes de papel de Tija que corresponde a 30,7 m<sup>2</sup>.

El disco de acuerdo con la invención se usó para desgastar por fricción una barra plana de acero 1008. El disco se puso en contacto con la barra durante 30 segundos con una presión de contacto de 0,91 kg/cm<sup>2</sup> y el peso de la barra se midió después de cada contacto para determinar la cantidad de metal separado después de cada contacto. Los resultados se representaron en una gráfica que se presenta en la figura 2.

Por cuestión de comparación, tres discos comerciales competitivos del mismo tamaño se sometieron al mismo ensayo y los resultados están representados en la misma figura 2. Los discos sometidos a ensayo fueron:

## ES 2 244 350 B2

- 984C, que es un grano abrasivo de micrograno 80 de alúmina sol-gel sembrada, revestido y con soporte de fibra, disponible de 3M Company;

5 - 987C, que es similar a 984C, excepto que el micrograno abrasivo es “Cubitron® 321” 80 y el disco había recibido un tratamiento de superencolado. Este disco está disponible, también, de 3M Company; y

- 983C es el mismo que 984C, excepto que el grano es una alúmina sol-gel modificada con MgO de micrograno 80 y el grano se aplica mediante el procedimiento UP 100%. Éste está, también, disponible de 3M Company.

10 Como será aparente de la figura 2, aunque todos los discos comenzaron el corte a la misma velocidad, el disco de acuerdo con la invención estaba en corte mucho más tiempo y mucho mejor que cualquiera de los discos comparativos de 3M.

### 15 Ejemplo 8

En este Ejemplo, se estudia el efecto de usar un revestimiento de encolado modificado. Por otro lado, dos discos abrasivos idénticos preparados de la misma forma que el disco de la “Invención” en el Ejemplo 1 se fabricaron con diferentes revestimientos de encolado. En la primera muestra, el disco era exactamente el mismo que la muestra de la “Invención” del Ejemplo 1 y la segunda era exactamente la misma, excepto que se usó el revestimiento de encolado no modificado. La evaluación usó los mismos procedimientos que se establecen en el Ejemplo 1 y los resultados obtenidos se presentan en la figura 3 de los dibujos.

20 Tal como se verá claramente, aunque el comportamiento es, aún, mejor que los productos de la técnica anterior, no es tan bueno como el del producto con el revestimiento de encolado de viscosidad modificada. Esto da credibilidad a la opinión de que el tamaño de viscosidad más baja reduce el efecto beneficioso de porosidad en los granos de aglomerados abrasivos.

### Ejemplo 9

30 Este ejemplo compara el comportamiento de dos discos de acuerdo con la invención, teniendo cada uno un revestimiento de encolado estándar (es decir, no modificado para aumentar la viscosidad como en el disco sometido a ensayo en el Ejemplo 8). En este caso, la única diferencia entre los discos radica en el aglutinante usado para unir las partículas abrasivas entre sí para formar los granos de aglomerados abrasivos. En la muestra identificada como “Revestimiento de Encolado estándar SCA Vitrificado”, la unión era vítrea y la muestra era la sometida a ensayo en el Ejemplo 8 descrito más arriba. En la muestra identificada como “Revestimiento de Encolado Estándar SCA Orgánico”, la unión era una unión orgánica y las partículas abrasivas de alúmina sol-gel sembradas en los aglomerados eran un poco más gruesas con un tamaño de micrograno 80. Sin embargo, la porosidad era esencialmente la misma. Los datos comparativos, obtenidos usando el mismo procedimiento de ensayo usado en los ejemplos previos, están representados en la gráfica presentada en la figura 4 de los dibujos.

40 A partir de la gráfica se podrá observar que los aglomerados unidos vítreos se comportaron ligeramente mejor que los aglomerados con uniones orgánicas, aun cuando los microgranos más gruesos en el disco de Revestimiento Orgánico de Tamaño Estándar SCA podría esperarse que conducirían a velocidades de separación de metal más altas. La diferencia se hace más significativa en las últimas etapas de la vida del disco.

45 De los datos de más arriba queda muy claro que el uso de granos de aglomerados abrasivos da lugar a mejoras significativas con respecto a discos de la técnica anterior, especialmente cuando la unión que mantiene los aglomerados juntos es una unión vítrea y el encolado se da a una viscosidad más alta que la que se usaría normalmente para inhibir pérdidas de porosidad cuando los aglomerados se usan para fabricar un abrasivo revestido.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un artículo abrasivo revestido, que comprende un material de soporte y granos aglomerados abrasivos adheridos al soporte mediante un material aglutinante, **caracterizado** porque los granos aglomerados usados comprenden una pluralidad de partículas abrasivas adheridas entre sí en una estructura tridimensional, en la que cada partícula está unida a al menos una partícula adyacente mediante un material aglutinante de partículas, el cual está presente en el aglomerado en forma de fase discontinua situada esencialmente de manera completa en forma de puestos de unión en el interior del grano de aglomerado, y porque el aglomerado tiene un volumen de empaquetamiento flojo, que es al menos 2% más bajo que el de las partículas abrasivas en estado individual.

2. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los granos aglomerados abrasivos comprenden partículas abrasivas adheridas entre sí mediante un aglutinante de partículas seleccionado del grupo que consiste en materiales; aglutinante de partículas vítreos, vitrocerámicos, orgánicos y metálicos.

3. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el aglutinante de partículas es un material de unión vítreo.

4. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el aglutinante que adhiere los granos al soporte es una resina orgánica.

5. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el aglutinante es una resina orgánica que tiene una viscosidad de al menos 1.500 centipoises.

6. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la viscosidad del aglutinante se ajusta usando un material de carga.

7. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las partículas abrasivas se usan en mezcla con, al menos un material no abrasivo seleccionado del grupo que consiste en adyuvantes de rectificación, cargas y formadores de poros en la producción de granos aglomerados.

8. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las partículas abrasivas se seleccionan del grupo que consiste en partículas abrasivas de diferentes calidades abrasivas, partículas abrasivas de diferentes dimensiones y sus mezclas.

9. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los granos aglomerados comprenden un aglutinante de partículas seleccionado de materiales de unión vítreos y metálicos y los granos aglomerados se depositan sobre el soporte usando un procedimiento UP.

10. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los granos aglomerados están dispersos en una matriz del aglutinante.

11. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los granos aglomerados están dispersos en una matriz del aglutinante

12. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la superficie del abrasivo revestido tiene una superficie diseñada que comprende una pluralidad de formas discretas.

13. El abrasivo revestido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los granos abrasivos de los aglomerados están en forma de estructuras conformadas depositadas sobre el soporte en una disposición regular.

14. Un método para preparar granos aglomerados abrasivos que comprende las etapas de:

a) alimentar partículas abrasivas y un aglutinante de partículas en un horno de calcinación rotatorio a una velocidad de alimentación controlada;

b) hacer rotar el horno a una velocidad controlada;

c) calentar la mezcla a una velocidad de calentamiento determinada por la velocidad de alimentación y la velocidad del horno, a temperaturas de aproximadamente 145 a 1.300°C; y

d) voltear las partículas y el aglutinante de partículas en el horno hasta que el aglutinante se adhiera a las partículas y una pluralidad de partículas se adhieran entre sí para crear una pluralidad de granos aglomerados sinterizados que tienen una estructura tridimensional en la que las partículas están unidas a al menos una partícula adyacente mediante el aglutinante de partículas que está presente como una fase discontinua en forma de puestos de unión dentro del grano de aglomerado, y el grano de aglomerado tiene un volumen de empaquetamiento flojo que es al menos 2% inferior al de las partículas abrasivas en el estado individual.

## ES 2 244 350 B2

15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que los granos aglomerados abrasivos comprenden partículas abrasivas adheridas entre sí por 5 a 25% en volumen, basado en el volumen de sólidos totales del aglomerado, de un aglutinante de partículas seleccionado del grupo que consiste en materiales aglutinantes de partículas vítreos, vitrocerámicos, orgánicos y metálicos.
16. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el aglutinante de partículas se selecciona del grupo que consiste en un material de unión vítreo, materiales vitrificados, materiales cerámicos, aglutinantes inorgánicos, aglutinantes orgánicos, agua, disolvente, y combinaciones de los mismos.
17. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-16, en el que el aglutinante que adhiere los granos al soporte es una resina orgánica o un material de unión vítreo.
18. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-17, en el que el aglutinante es una resina orgánica que tiene una viscosidad de al menos 1.500 centipoises.
19. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-18, en el que la viscosidad del aglutinante se ajusta usando un material de carga.
20. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-19, en el que las partículas abrasivas se usan en mezcla con al menos un material no abrasivo seleccionado del grupo que consiste en adyuvantes de rectificación, cargas y formadores de poros en la producción de granos aglomerados.
21. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-20, en el que las partículas abrasivas se seleccionan del grupo que consiste en partículas abrasivas de diferentes calidades abrasivas, partículas abrasivas de diferentes dimensiones, y sus mezclas.
22. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14-21 que comprende además depositar los granos de aglomerado sobre un material de soporte usando un procedimiento UP para producir un abrasivo recubierto.
23. El método de acuerdo con la reivindicación 22, que comprende además adherir los granos aglomerados al material de soporte con un aglutinante.
24. El método de acuerdo con la reivindicación 23, en el que los granos de aglomerado se dispersan en una matriz del aglutinante.
25. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 22-24, en el que una superficie del abrasivo revestido tiene una superficie diseñada que comprende una pluralidad de formas discretas.
26. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que los granos abrasivos de aglomerado están en forma de estructuras conformadas depositadas sobre un material de soporte en una disposición regular.
27. Un método para preparar un abrasivo recubierto que comprende:
- a) alimentar partículas abrasivas con un aglutinante de partículas a un horno de calcinación rotatorio, con una velocidad de alimentación controlada;
  - b) hacer girar el horno con una velocidad controlada;
  - c) calentar la mezcla con una velocidad de calentamiento, determinada por la velocidad de alimentación y la velocidad del horno, a temperaturas de aproximadamente 145 a 1.300°C;
  - d) voltear las partículas y el aglutinante de partículas en el horno hasta que el aglutinante se adhiere a las partículas y una pluralidad de partículas se adhieren entre sí para crear una pluralidad de granos aglomerados que tienen una estructura tridimensional y un volumen de empaquetamiento flojo que es al menos 2% inferior al volumen de empaquetamiento flojo de las partículas constituyentes;
  - e) recuperar los granos aglomerados del horno, y
  - f) depositar los granos aglomerados en un soporte para producir el abrasivo recubierto.
28. El método de acuerdo con la reivindicación 27, en el que los granos de aglomerado comprenden partículas abrasivas adheridas entre sí por 5 a 25% en volumen, basado en el volumen de sólidos total del aglomerado, de un aglutinante de partículas seleccionado del grupo que consiste en materiales aglutinantes de partículas vítreos, vitrocerámicos, orgánicos y metálicos.
29. El método de acuerdo con la reivindicación 28, en el que el aglutinante de partículas es un material de unión vítreo.

## ES 2 244 350 B2

30. El método de acuerdo con la reivindicación 28, en el que el aglutinante que adhiere los granos aglomerados al soporte es una resina orgánica.

5 31. El método de acuerdo con la reivindicación 30, en el que el aglutinante es una resina orgánica que tiene una viscosidad de al menos 1.500 centipoises.

32. El método de acuerdo con la reivindicación 31, en el que la viscosidad se ajusta usando un material de carga.

10 33. El método de acuerdo con la reivindicación 28, en el que los granos de aglomerado se dispersan en una matriz del aglutinante.

34. El método de la reivindicación 31, en el que los granos de aglomerado se dispersan en una matriz del aglutinante.

15 35. El método de acuerdo con la reivindicación 27, en el que las partículas, abrasivas se usan en mezcla con, al menos un material no abrasivo seleccionado del grupo que consiste en adyuvantes de rectificación, cargas y formadores de poros en la producción de los granos de aglomerado.

20 36. El método de acuerdo con la reivindicación 27, en el que las partículas abrasivas se seleccionan del grupo que consiste en partículas abrasivas de diferentes calidades abrasivas, partículas abrasivas de dimensiones diferentes, y sus mezclas.

25 37. El método de acuerdo con la reivindicación 27, en el que los granos de aglomerado comprenden un aglutinante de partículas seleccionado de materiales de unión vítreos y metálicos y los granos de aglomerado están depositados sobre el soporte usando un procedimiento UP.

38. El método de acuerdo con la reivindicación 33, en el que la superficie del abrasivo revestido tiene una superficie diseñada que comprende una pluralidad de formas discretas.

30 39. El método de acuerdo con la reivindicación 27, en el que los granos de aglomerado están en forma de estructuras conformadas depositadas sobre el soporte en una disposición regular.

35

40

45

50

55

60

65

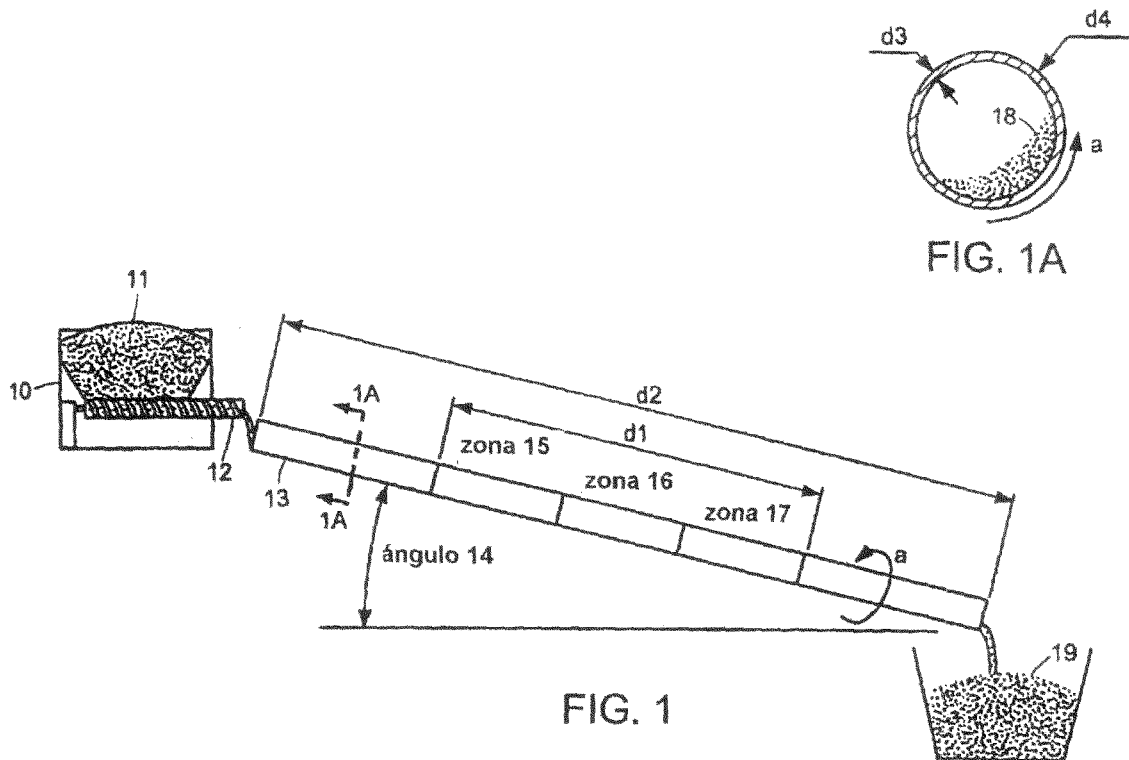


FIG. 1

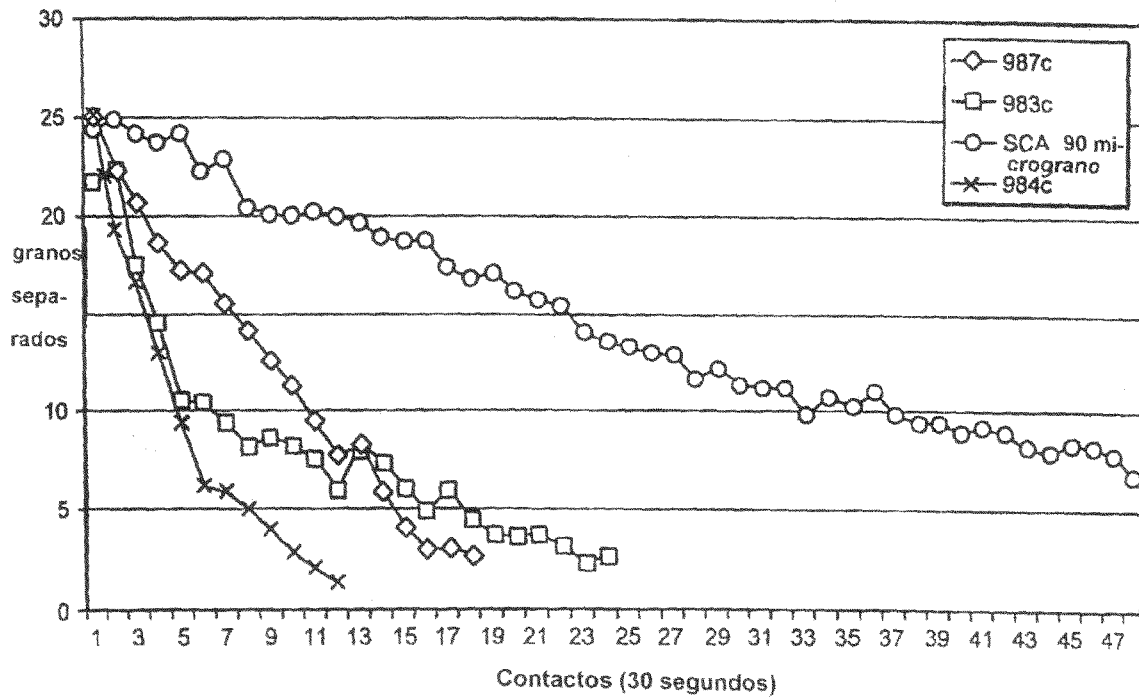


FIG. 2

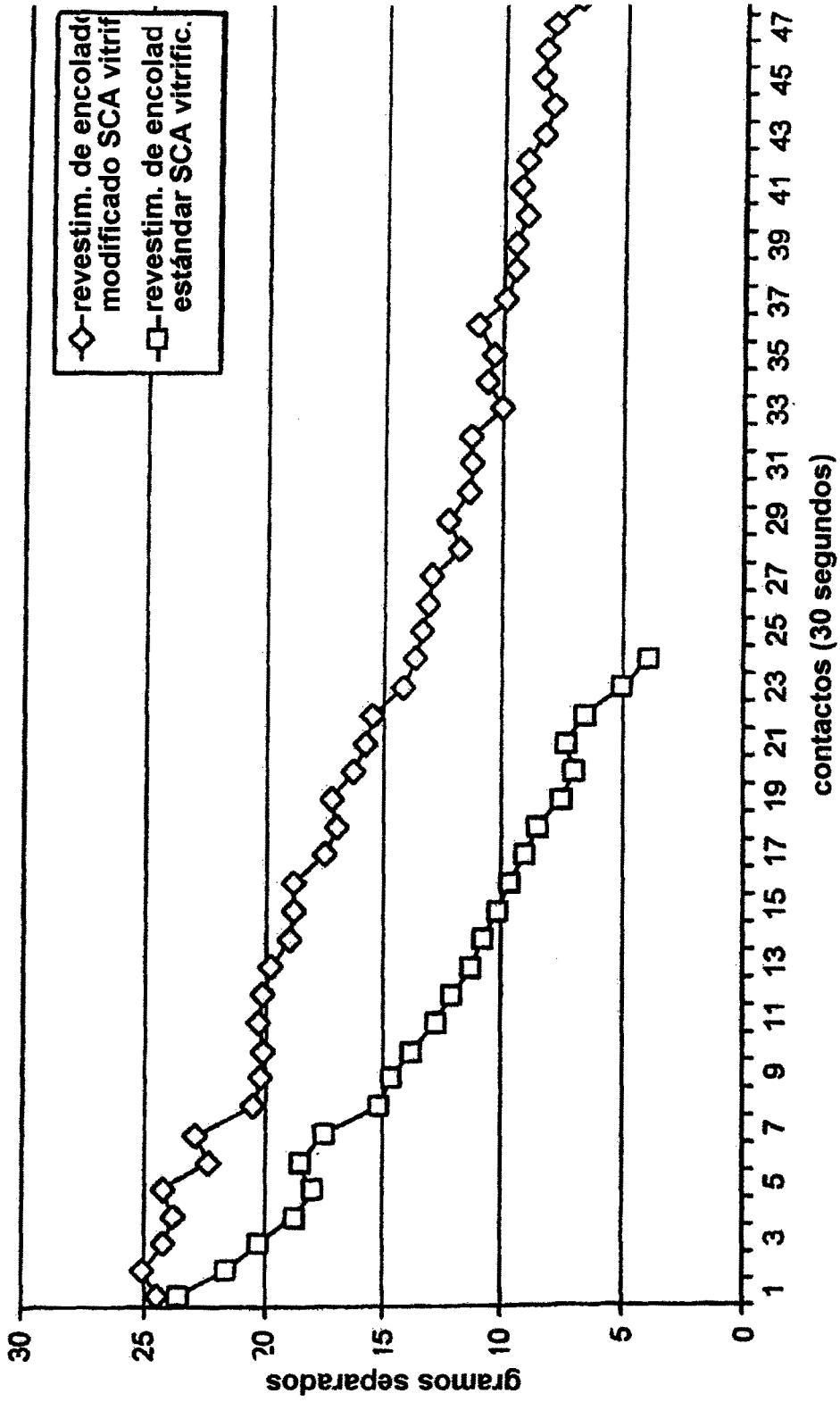


FIG. 3

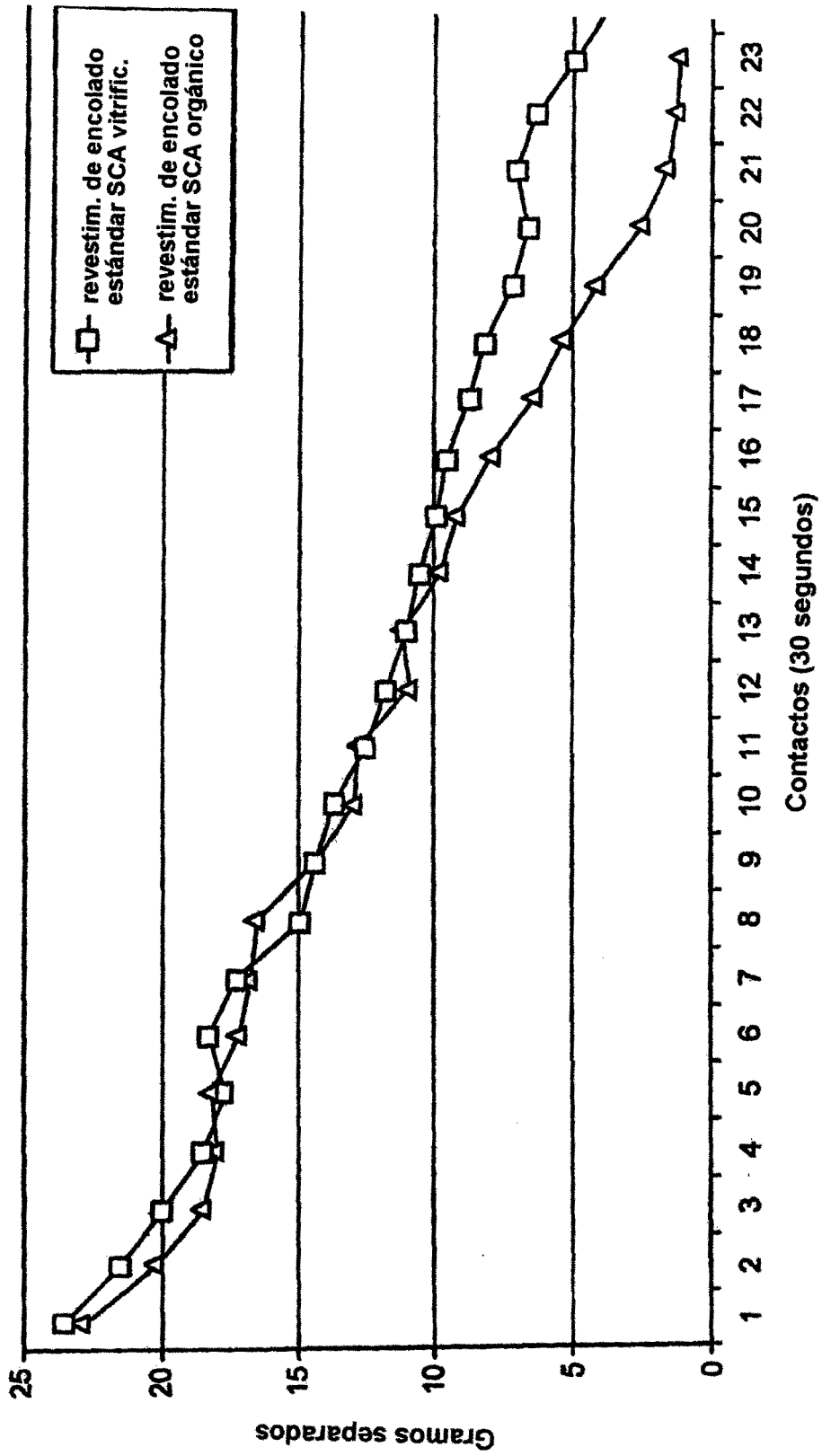


FIG. 4

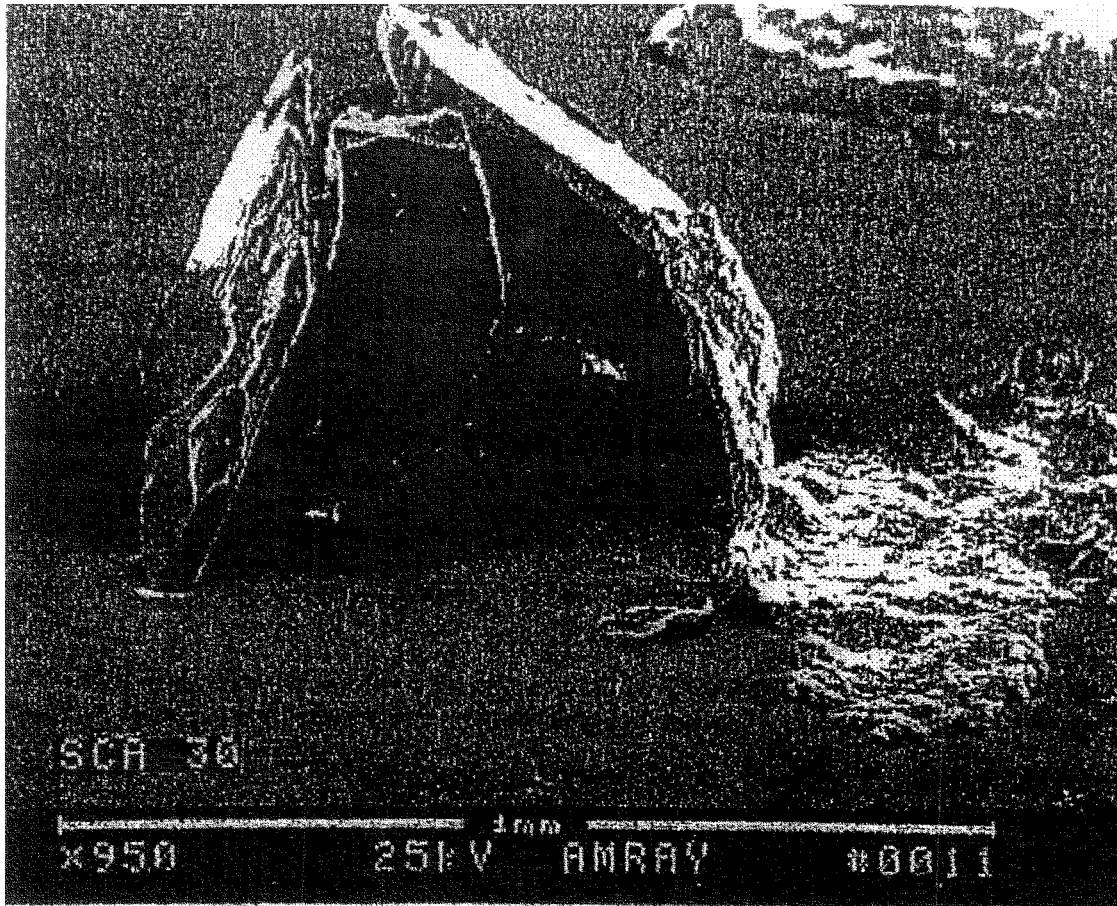


FIG. 5

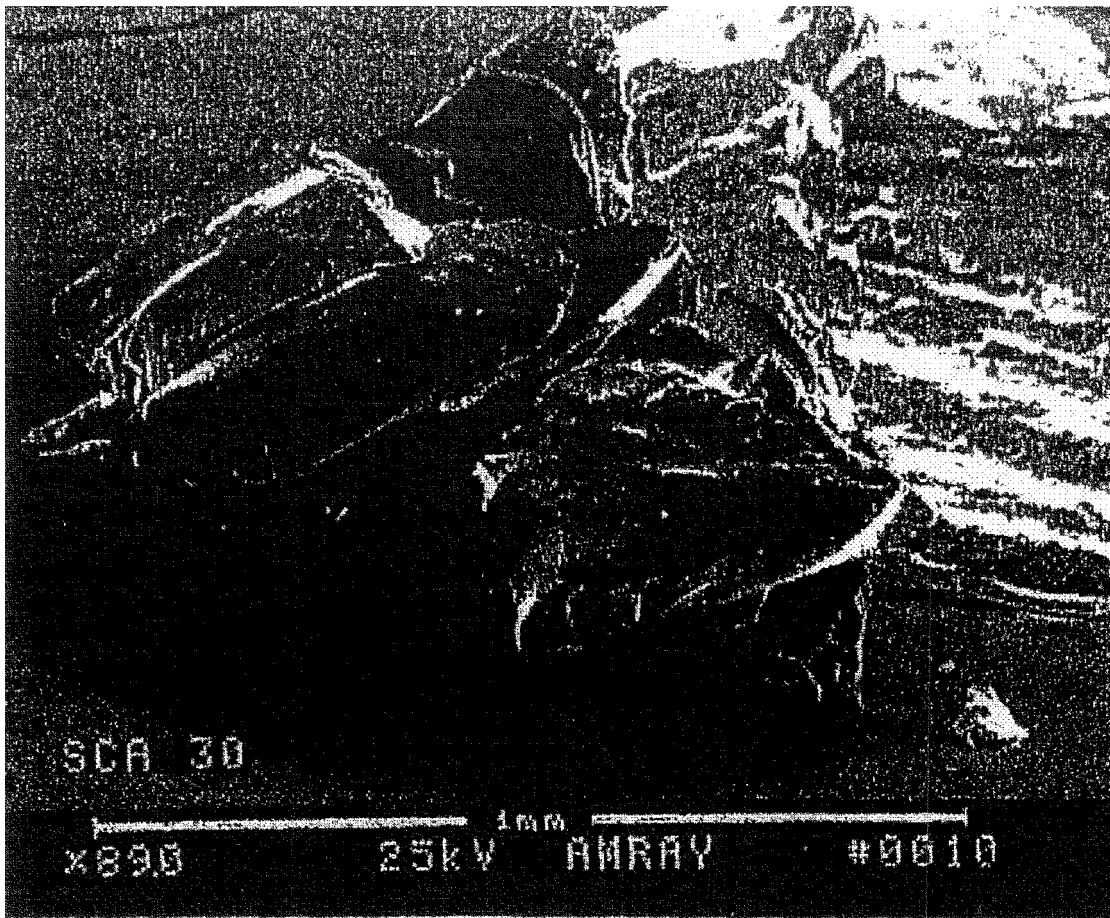


FIG. 6

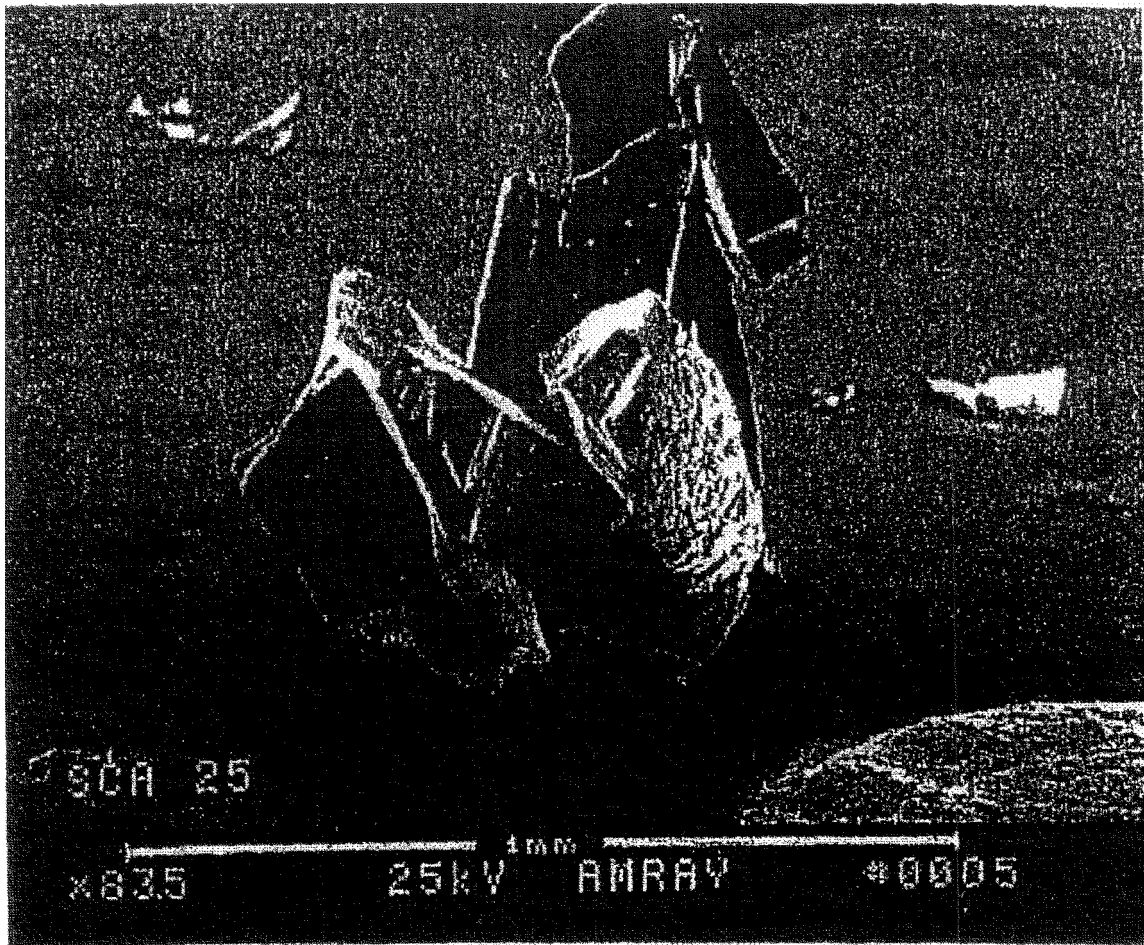


FIG. 7



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 244 350

② Nº de solicitud: 200450068

③ Fecha de presentación de la solicitud: 21.03.2003

④ Fecha de prioridad: 14.05.2002

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: C09K 3/14, B24D 3/04, 3/14, 3/20, 3/28

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 6056794 A (STOETZEL et al.) 02.05.2000, todo el documento.	1,4-8, 10-15, 17-21, 23-28, 30-36,38, 39
Y		1-39
X	WO 2002028802 A2 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO) 11.04.2002, todo el documento.	1-3,7-16, 20-29, 32-39
Y		1-39

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

08.11.2005

Examinador

V. Balmaseda Valencia

Página

1/1