

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 064**

51 Int. Cl.:

B24D 3/20 (2006.01)

C09K 3/14 (2006.01)

C09C 1/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2012 E 12825970 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2747942**

54 Título: **Refuerzo de microfibras para herramientas abrasivas**

30 Prioridad:

24.08.2011 US 201113216534

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

20.07.2016

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC. (50.0%)
1 New Bond Street
Worcester, MA 01615, US y
SAINT-GOBAIN ABRASIFS (50.0%)

72 Inventor/es:

KLETT, MICHAEL W.;
CONLEY, KAREN M.;
PARSONS, STEVEN F.;
ZHANG, HAN y
KHAUND, ARUP K.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 578 064 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Refuerzo de microfibras para herramientas abrasivas

Campo técnico

5 Se usan fibras de hebras picadas para reforzar muelas de rectificar basadas en resinas. Las fibras de hebras picadas, típicamente de 3-4 mm de longitud, son una pluralidad de filamentos. El número de filamentos puede variar dependiendo del procedimiento de fabricación, pero consiste típicamente en 400 a 6.000 filamentos por manojo. Los filamentos son mantenidos juntos por un adhesivo conocido como apresto, aglutinante o revestimiento, que debe ser básicamente compatible con la matriz de resina. Un ejemplo de una fibra de hebras picadas se denomina 183 Cratec®, disponible en Owens Corning.

10 La incorporación de fibras de hebras picadas en una mezcla para muelas de rectificar en seco se lleva a cabo generalmente mezclando las fibras de hebras picadas, resina, cargas y grano abrasivo durante un tiempo especificado y después moldear, curar o procesar de otro modo la mezcla hasta una muela de rectificar acabada.

15 En cualquiera de tales casos, las muelas reforzadas con fibras de hebras picadas sufren típicamente varios problemas, que incluyen resistencia más baja, rendimiento de rectificado pobre, así como vida de la muela inadecuada, debido presumiblemente a una dispersión incompleta de los filamentos dentro del manojo de fibras de hebras picadas.

Hay una necesidad, por lo tanto, de técnicas de refuerzo mejoradas para herramientas de procesamiento abrasivo sin comprometer el rendimiento de rectificado.

20 El documento US 2008/0072500 A1 propone un artículo abrasivo que comprende un material orgánico aglutinante, un material abrasivo dispersado en el material orgánico aglutinante, una pluralidad de microfibras dispersadas uniformemente en el material orgánico aglutinante, en donde las microfibras son filamentos individuales, y una o más cargas que incluyen un compuesto de manganeso.

Compendio de la invención

25 La presente invención proporciona un artículo abrasivo según la reivindicación 1 y un método para procesar de manera abrasiva una pieza de trabajo según la reivindicación 9. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones adicionales de la invención.

30 Una realización de la presente invención proporciona una composición, que comprende un material orgánico aglutinante (p.ej., resina termoendurecible, resina termoplástica o caucho), un material abrasivo dispersado en el material orgánico aglutinante, y microfibras dispersadas uniformemente en el material orgánico aglutinante. Las microfibras son filamentos individuales, y pueden incluir, por ejemplo, fibras de lana mineral, fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca, fibras de lana de piedra, fibras de vidrio, y en particular fibras de vidrio molidas, fibras de cerámica, fibras de basalto molido, fibras de carbono, fibras de aramida y fibras de poliamida, y combinaciones de las mismas. Las microfibras pueden tener una longitud media, por ejemplo, menor que aproximadamente 1.000 µm. En un caso particular, las microfibras tienen una longitud media en el intervalo de aproximadamente 100 a 500 µm y un diámetro menor que aproximadamente 10 micrómetros. En algunas realizaciones, también están presentes fibras de hebras picadas, p.ej., fibras de hebras picadas de fibra de vidrio. En muchos casos la composición incluye además una o más cargas, siendo al menos una carga activa, capaz de reaccionar químicamente con las microfibras a las temperaturas que se dan durante el rectificado. Estas reacciones químicas de la carga activa y las microfibras proporcionan diversos beneficios para procesamientos abrasivos (p.ej., vida de la muela mejorada, relación G más alta, y/o anticarga de la cara abrasiva de la herramienta). Ejemplos de cargas activas adecuadas incluyen compuestos de manganeso, compuestos de plata, compuestos de boro, compuestos de fósforo y combinaciones de los mismos. En un caso específico tal, la una o más cargas activas incluyen dicloruro de manganeso. También se pueden incorporar otras cargas que no reaccionan químicamente con las microfibras.

45 La composición puede incluir, por ejemplo, de 10% en volumen a 50% en volumen del material orgánico aglutinante, de 30% en volumen a 65% en volumen del material abrasivo, y de 1% en volumen a 20% en volumen de las microfibras. En otro caso particular, la composición incluye de 25% en volumen a 40% en volumen del material orgánico aglutinante, de 50% en volumen a 60% en volumen del material abrasivo, y de 2% en volumen a 10% en volumen de las microfibras. En otro caso particular, la composición incluye de 30% en volumen a 40% en volumen del material orgánico aglutinante, de 50% en volumen a 60% en volumen del material abrasivo, y de 3% en volumen a 8% en volumen de las microfibras. En algunos casos, la composición también contiene fibras de hebras picadas, p.ej., en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10% en volumen, por ejemplo, de aproximadamente 2 a aproximadamente 8% en volumen.

55 En otra realización, la composición está en la forma de un artículo abrasivo usado en el procesamiento abrasivo de una pieza de trabajo. En un caso tal, el artículo abrasivo es una muela u otra forma adecuada para el procesamiento abrasivo. Típicamente, la composición es un artículo abrasivo aglutinado, p.ej., una muela u otro tipo de herramienta, en la que están contenidos granos abrasivos en una matriz orgánica aglutinante tridimensional.

En un aspecto, un artículo abrasivo incluye un material orgánico aglutinante; un material abrasivo, dispersado en el material orgánico aglutinante; fibras de hebras picadas dispersadas en el material orgánico aglutinante; microfibras de lana mineral que están dispersadas uniformemente en el material orgánico aglutinante, en donde dichas microfibras son filamentos individuales; y una o más cargas. En implementaciones específicas, la una o más cargas incluyen un compuesto de manganeso. En algunos casos, un artículo abrasivo contiene fibras de hebras picadas, microfibras de lana mineral, un compuesto de manganeso y, opcionalmente, otras cargas tales como, por ejemplo, cal, piritas y otros, sin embargo no incluye sales de potasio (p.ej., sulfato de potasio y/o cloruro de potasio).

Otra realización de la presente invención proporciona un método para procesar de manera abrasiva una pieza de trabajo. El método incluye montar la pieza de trabajo en una máquina capaz de facilitar un procesamiento abrasivo, y acoplar de manera operativa un artículo abrasivo a la máquina. El artículo abrasivo incluye un material orgánico aglutinante, un material abrasivo dispersado en el material orgánico aglutinante, y microfibras dispersadas uniformemente en el material orgánico aglutinante, en donde las microfibras son filamentos individuales, p.ej., que tienen una longitud media, por ejemplo, menor que aproximadamente 1.000 μm . El artículo abrasivo puede incluir además fibras de hebras picadas, dispersadas en el material orgánico aglutinante. En implementaciones específicas, el artículo abrasivo contiene una o más cargas, p.ej., que incluyen un compuesto de manganeso. En algunos casos, el artículo abrasivo no incluye sales de potasio. El método continúa con poner en contacto el artículo abrasivo con una superficie de la pieza de trabajo.

El artículo abrasivo puede ser reforzado, p.ej., reforzado internamente, conteniendo, por ejemplo, uno o más refuerzos de fibra de vidrio. Por ejemplo, un artículo abrasivo comprende un material orgánico aglutinante; un material abrasivo, dispersado en el material orgánico aglutinante; microfibras de lana mineral que están dispersadas uniformemente en el material orgánico aglutinante, en donde dichas microfibras son filamentos individuales; una o más cargas, incluyendo la una o más cargas un compuesto de manganeso; y al menos un refuerzo de lámina de vidrio.

Aspectos de la invención proporcionan composiciones en la forma de artículos abrasivos tales como, por ejemplo, muelas de rectificar u otras herramientas abrasivas aglutinadas que exhiben resistencia mejorada (reflejada, p.ej., por la velocidad máxima que caracteriza la herramienta) y resistencia al impacto, siendo las herramientas según las realizaciones de la invención robustas y menos propensas a la rotura. Los artículos abrasivos según las realizaciones de la invención también muestran una velocidad de desgaste de muela mejorada, relación G mejorada y una vida de la herramienta más larga. Los ejemplos de los artículos aglutinados descritos en la presente memoria pueden exhibir buena resistencia al choque térmico, observándose poco o ningún agrietamiento térmico. Los artículos abrasivos que contienen refuerzos de lámina de vidrio, y, opcionalmente, fibras de hebras picadas, muestran típicamente propiedades de impacto mejoradas.

Los rasgos y ventajas descritos en la presente memoria no son inclusivos completamente y, en particular, serán evidentes muchos rasgos y ventajas adicionales para un experto habitual en la técnica a la vista de los dibujos, memoria descriptiva y reivindicaciones. Además, se debe apuntar que el lenguaje usado en la memoria descriptiva ha sido seleccionado principalmente para fines de facilidad de lectura e instructivos, y no para limitar el alcance del contenido de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación gráfica que representa el análisis de resistencia de composiciones configuradas de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención.

La Figura 2 es una representación gráfica que representa el rendimiento de rectificado de una herramienta según realizaciones descritas en la presente memoria.

Descripción de las realizaciones

Como se mencionó anteriormente, se pueden usar fibras de hebras picadas en muelas de rectificar basadas en resina densa para aumentar la dureza y la resistencia al impacto, donde la incorporación de fibras de hebras picadas en una mezcla para muelas de rectificar en seco se lleva a cabo generalmente mezclando las fibras de hebras picadas, resina, cargas y grano abrasivo durante un tiempo especificado. Sin embargo, el tiempo de combinación o mezcla juega un papel significativo en conseguir una calidad de mezcla utilizable. Una mezcla inadecuada puede dar como resultado mezclas no uniformes que hacen difícil el llenado y extensión de moldes, y conduce a materiales compuestos no homogéneos con propiedades inferiores y alta variabilidad. Por otra parte, una mezcla excesiva conduce a la formación de "bolas difusas" (racimos de múltiples fibras de hebras picadas) que no pueden ser redispersadas en la mezcla. Además, la hebra picada en sí es efectivamente un manojo de filamentos unidos entre sí. En cada caso, tales racimos o manojos disminuyen efectivamente la homogeneidad de la mezcla para rectificado y la hacen más difícil de transferir y extender en un molde. Además, la presencia de tales racimos o manojos dentro del material compuesto disminuye las propiedades del material compuesto, tales como resistencia y módulo, y aumenta la variabilidad de las propiedades. Adicionalmente, concentraciones altas de vidrio, tal como hebras picadas o manojos de las mismas, tienen un efecto perjudicial sobre la vida de la muela de rectificar. Aumentar el nivel de fibras de hebras picadas en la muela también puede disminuir el rendimiento de rectificado (p.ej., medido

por la Relación G y/o WWR).

5 En una realización particular de la presente invención, producir materiales compuestos reforzados con microfibras implica la dispersión completa de filamentos individuales dentro de una mezcla seca de material aglutinante adecuado (p.ej., resinas orgánicas) y cargas. La dispersión completa se puede definir, por ejemplo, por las propiedades máximas del material compuesto (tales como resistencia) después del moldeo y curado de una combinación adecuadamente combinada/mezclada de microfibras, material aglutinante y cargas. Por ejemplo, una mezcla deficiente da como resultado resistencias bajas, pero una mezcla buena da como resultado resistencias altas. Otra manera de evaluar la dispersión es aislando y pesando lo no dispersado (p.ej., material que se asemeja a la microfibra original antes de mezclar) usando técnicas de tamizado. En la práctica, la dispersión de los refuerzos de microfibras puede ser evaluada por inspección visual (p.ej., con o sin microscopio) de la mezcla antes de moldear y curar. Como será evidente a la luz de esta descripción, una dispersión de las microfibras incompleta o inadecuada de otro modo da como resultado generalmente propiedades del material compuesto y rendimiento de rectificado inferiores.

15 De acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, las microfibras son filamentos individuales pequeños y cortos que tienen alto módulo a la tracción y pueden ser inorgánicos o bien orgánicos. En un ejemplo, las microfibras son microfibras de lana mineral, también conocidas como microfibras de lana de escoria o de roca. Ejemplos de otras microfibras que se pueden utilizar incluyen, pero no se limitan a, fibras de vidrio molido, fibras de basalto molido, fibras de cerámica, fibras de carbono, fibras de aramida o pulpa de aramida, fibras de poliamida o poliamida aromática.

20 Una realización particular de la presente invención usa una microfibra que es un filamento inorgánico individual con una longitud media que es menor que o igual a aproximadamente 4.000 micrómetros y un diámetro de filamento menor que o igual a 40 micrómetros, y una relación de aspecto reforzante (longitud a diámetro o L/d) de al menos 10. Por ejemplo, una longitud media de aproximadamente 100 micrómetros y diámetro de filamento de aproximadamente 10 micrómetros da como resultado una relación de aspecto reforzante de 10. Una longitud de filamento de aproximadamente 50 micrómetros con un diámetro de filamento de aproximadamente 5 micrómetros tiene una relación de aspecto reforzante de 10. De manera similar, una longitud de filamento de aproximadamente 20 con un diámetro de filamento de aproximadamente 2 micrómetros tiene una relación de aspecto reforzante de 10.

25 Además, la microfibra de este ejemplo tiene una alta temperatura de fusión o de descomposición (p.ej., por encima de 800 °C), un módulo a la tracción mayor que aproximadamente 50 GPa, y tiene poco o ningún revestimiento adhesivo. Preferiblemente, las microfibras son altamente dispersables como filamentos discretos, y resistentes a la formación de manojos de fibras. Típicamente, las microfibras se unirán químicamente al material aglutinante que se usa (p.ej., resina orgánica).

30 En contraste, una fibra de hebras picadas y sus variaciones incluyen una pluralidad de filamentos mantenidos juntos por adhesivo y tienen relaciones de aspecto menores que 10. Sin embargo, algunas fibras de hebras picadas pueden ser molidas o rotas de otro modo hasta filamentos discretos, y tales filamentos se pueden usar como microfibra de acuerdo con una realización de la presente invención. En algunos casos tales, los filamentos resultantes pueden ser debilitados significativamente por el procedimiento de molienda/rotura (p.ej., debido a procedimientos de calentamiento requeridos para retirar el adhesivo o aglutinante que mantiene los filamentos juntos en la hebra picada o manojo). Así, el tipo de microfibra usada en la composición aglutinante dependerá de la aplicación en cuestión y las cualidades de resistencia deseadas.

35 Las microfibras de lana mineral, en la forma de filamentos individuales, pueden estar presentes en las composiciones y/o herramientas descritas en la presente memoria en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,4 a varios tantos por ciento en volumen, por ejemplo, dentro del intervalo de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 12% en volumen. Algunos artículos abrasivos según aspectos de la invención contienen microfibras de lana mineral en una cantidad de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10% en volumen. En implementaciones específicas, el artículo abrasivo contiene microfibras de lana mineral en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 8 por ciento en volumen, p.ej., dentro del intervalo de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 4% en volumen.

40 En una realización tal, las microfibras adecuadas para el uso en la presente invención son fibras de lana mineral tales como las disponibles en Sloss Industries Corporation, AL, y vendido bajo el nombre de PMF®. Están disponibles fibras de lana de mineral similares en Fibertech Inc, MA, bajo la designación de producto de Mineral wool FLM. Fibertech también vende fibras de vidrio (p.ej., Microglass 9110 y Microglass 9132). Estas fibras de vidrio, así como otras fibras minerales existentes en la naturaleza o sintéticas o fibras de filamentos individuales vítreos, tales como lana de piedra, fibras de vidrio y de cerámica que tienen atributos similares se pueden usar también. La lana mineral incluye generalmente fibras preparadas a partir de minerales u óxidos metálicos. Una composición de ejemplo y un conjunto de propiedades para una microfibra que se puede usar en el aglutinante de una herramienta para rectificar reforzada, de acuerdo con una realización de la presente invención, se resumen en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Serán evidentes numerosas otras composiciones de microfibras y conjuntos de propiedades a la luz de esta descripción, y no se pretende que la presente invención esté limitada a ninguna o subconjunto particulares.

Tabla 1: Composición de las fibras Sloss PMF®

Óxidos	% en peso
SiO ₂	34-52
Al ₂ O ₃	5-15
CaO	20-23
MgO	4-14
Na ₂ O	0-1
K ₂ O	0-2
TiO ₂	0-1
Fe ₂ O ₃	0-2
Otros	0-7

Tabla 2: Propiedades físicas de las fibras Sloss PMF®

Dureza	7,0 mohs
Diámetros de las fibras	4-6 micrómetros de media
Longitud de las fibras	0,1-4,0 mm de media
Resistencia a la tracción de las fibras	3.489 MPa (506.000 psi)
Gravedad específica	2,6
Punto de fusión	1.260 °C
Temp. de desvitrificación	815,5 °C
Coefficiente de expansión	54,7 E-7 °C
Punto de recocido	638 °C
Punto de deformación	612

5 La composición puede incluir además fibras de hebras picadas, por ejemplo fibras de hebras picadas de fibra de vidrio, tales como las descritas anteriormente. Las fibras de hebras picadas pueden tener una longitud de, por ejemplo, 3-4 mm, estando formada cada hebra a partir de una pluralidad de filamentos mantenidos juntos por un adhesivo conocido como apresto, aglutinante o revestimiento. El número de filamentos y diámetros de filamento pueden variar dependiendo del procedimiento de fabricación, pero típicamente consiste en 400 a 6.000 filamentos por manojo, siendo los diámetros de filamento 10 micrómetros o mayores. La relación de aspecto reforzante media es menor que 3. Un ejemplo de un material de fibra de hebras picadas que se puede utilizar se denomina 183 Cratec®, disponible en Owens Corning.

15 En base al volumen total de la composición o artículo abrasivo, las fibras de hebras picadas se pueden añadir en niveles que representan unos pocos tantos por ciento en volumen. Se pueden seleccionar niveles más altos o más bajos en base, por ejemplo, a propiedades deseadas, p.ej., resistencia al impacto, en el artículo abrasivo acabado. En algunas realizaciones, el artículo abrasivo contiene el nivel mínimo de fibras de hebras picadas determinado para proporcionar una o más de tales propiedades deseadas. En implementaciones específicas, las fibras de hebras picadas están presentes en una cantidad de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10% en volumen, por ejemplo de aproximadamente 2 a aproximadamente 8% en volumen, tal como de aproximadamente 3 a

20 aproximadamente 6% en volumen.

Los materiales aglutinantes que se pueden usar en el aglutinante de herramientas para rectificar configuradas de acuerdo con una realización de la presente invención incluyen resinas orgánicas tales como resinas epoxi, de poliéster, fenólicas y de éster de cianato, y otras resinas termoendurecibles o termoplásticas adecuadas. En una realización particular, se usan resinas polifenólicas (p.ej., tales como resinas Novolaca). Ejemplos específicos de resinas que se pueden usar incluyen las siguientes: las resinas vendidas por Durez Corporation, TX, bajo los siguientes números de catálogo/producto: 29722, 29344 y 29717; las resinas vendidas por Dynea Oy, Finlandia, bajo el nombre comercial Peracit® y disponibles bajo los números de catálogo/producto 8522G, 8723G y 8680G; y las resinas vendidas por Hexion Specialty Chemicals, OH, bajo el nombre comercial Rutaphen® y disponibles bajo los

números de catálogo/producto 9507P, 8686SP y 8431SP. Serán evidentes numerosos otros materiales aglutinantes adecuados a la luz de esta descripción (p.ej., caucho), y no se pretende que la presente invención esté limitada a ninguno o subconjunto particulares.

5 Los materiales abrasivos que se pueden usar para producir herramientas para rectificar configuradas de acuerdo con las realizaciones de la presente invención incluyen materiales disponibles en el mercado, tales como alúmina (p.ej., bauxita extruida, alúmina sinterizada y sinterizada por sol-gel, alúmina fundida), carburo de silicio y granos de alúmina-circonia. También se pueden usar granos superabrasivos tales como diamante y nitruro de boro cúbico (cBN) dependiendo de la aplicación dada. En una realización particular, las partículas abrasivas tienen una dureza Knoop de entre 1.600 y 2.500 kg/mm² y tienen un tamaño entre aproximadamente 10 milímetros y 3.000 micrómetros, o incluso más específicamente, entre aproximadamente 5 milímetros y aproximadamente 2.000 micrómetros. También se pueden utilizar combinaciones de dos o más tipos de granos abrasivos. En un caso, la composición a partir de la cual se preparan herramientas para rectificar comprende más que o igual a aproximadamente 50% en peso de material abrasivo.

15 En realizaciones específicas, la composición incluye además una o más cargas activas, siendo al menos una carga capaz de reaccionar químicamente con las microfibras a las temperaturas que se dan durante el rectificado. En un caso tal, la carga activa reactiva con las microfibras se selecciona de: compuestos de manganeso, compuestos de plata, compuestos de boro, compuestos de fósforo, y cualesquiera combinaciones de los mismos. En implementaciones específicas, la carga activa utilizada es un compuesto de manganeso, p.ej., un halogenuro de manganeso, tal como, por ejemplo, dicloruro de manganeso, sales complejas de compuestos metálicos que contienen manganeso, combinaciones que contienen uno o más compuestos de manganeso, etcétera. Las cantidades de carga activa de compuesto de manganeso presente en la composición y/o artículo abrasivo pueden estar dentro del intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 10% en volumen, p.ej., dentro del intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 4% en volumen. Se pueden utilizar otras cantidades.

25 Por tanto, se proporciona una composición para artículos abrasivos que incluye una mezcla de microfibras, p.ej., microfibras de lana mineral, y cargas activas. Los beneficios de la composición incluyen, por ejemplo, mejoras tanto en resistencia como en rendimiento de rectificado.

También se pueden incorporar otras cargas que no reaccionan químicamente con las microfibras. Estas cargas adicionales se pueden añadir para facilitar la dispersión de las microfibras o aumentar el rendimiento de rectificado mediante mecanismos convencionales conocidos por los expertos en la técnica, tales como degradación de resina, degradación de pieza de trabajo, degradación abrasiva, cualidades anticarga, y lubricación. Ejemplos adecuados incluyen pirita, sulfuro de cinc, criolita, fluoruro de calcio, fluoruro de potasio y aluminio, fluoroborato de potasio, cloruro de potasio y combinaciones de los mismos.

35 Durante la fabricación de artículos abrasivos, las cargas se proporcionan a menudo como “paquete” de carga, denominado también en la presente memoria “componente” de carga, que contiene una combinación de compuestos que actúan como auxiliares de procesamiento, para dispersar las microfibras, proporcionar lubricación durante el ciclo de prensado, absorber humedad o volátiles durante el curado, etcétera. Tales cargas pueden, por ejemplo, disminuir la fricción entre un artículo abrasivo acabado y una pieza de trabajo, proteger los granos abrasivos usados, y/o proporcionar otros beneficios, conocidos en la técnica. Los componentes de carga que se pueden emplear en las composiciones y/o artículos descritos en la presente memoria, incluyen, por ejemplo, cal, piritas, sulfato de potasio (K₂SO₄), cloruro de potasio (KCl), sulfuro de cinc, criolita, fluoruro de calcio, fluoruro de potasio y aluminio, fluoroborato de potasio, combinaciones de los mismos, así como cargas activas tales como los compuestos de manganeso discutidos anteriormente, etcétera. En algunos aspectos descritos en la presente memoria, el paquete de carga no incluye sales de potasio.

45 En una implementación, la composición y/o artículo abrasivo incluye granos abrasivos, un aglutinante orgánico, microfibras de lana mineral que están dispersadas uniformemente en el aglutinante orgánico, siendo las microfibras de lana mineral filamentos individuales, fibras de hebras picadas, un compuesto de manganeso y, opcionalmente, otras cargas. La composición y/o artículo abrasivo, sin embargo, no incluye sales de potasio tales como, por ejemplo, sulfato de potasio y/o cloruro de potasio. Se ha descubierto que omitir sales de potasio en algunas de las composiciones y/o artículos abrasivos descritos en la presente memoria puede dar como resultado un rendimiento de rectificado mejorado de la herramienta, en relación a una herramienta comparativa que contiene sulfato de potasio y/o otras sales de potasio. Como se emplea en la presente memoria, el término “comparativos” se refiere a artículos o composiciones que son similares al artículo o composición experimental en todos los aspectos excepto la cantidad, propiedad, y/o compuesto o componente que se investiga.

55 En implementaciones específicas, la composición o artículo abrasivo incluye (en base al volumen total de la composición o artículo abrasivo) de aproximadamente 10 a aproximadamente 50% en volumen, p.ej., de aproximadamente 38 a aproximadamente 41% en volumen de aglutinante orgánico; de aproximadamente 30 a aproximadamente 65% en volumen, p.ej., de aproximadamente 49 a aproximadamente 59% en volumen de grano abrasivo; de aproximadamente 0,4 a aproximadamente 12% en volumen, p.ej., de 0,8 a aproximadamente 8% en volumen de microfibras de lana mineral; de aproximadamente 0 a aproximadamente 10% en volumen, por ejemplo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 10% en volumen, p.ej., de aproximadamente 2 a aproximadamente 8 ó

de aproximadamente 3 a aproximadamente 6% en volumen de fibras de hebras picadas; y de aproximadamente 1 a aproximadamente 10, p.ej., de aproximadamente 2 a aproximadamente 4% en volumen de carga activa de compuesto de manganeso.

5 Opcionalmente, también están presentes una o más de otras cargas tales como las descritas anteriormente, p.ej., cal, pirita de hierro, sulfato de potasio, cloruro de potasio, etcétera. Las cantidades adecuadas usadas se pueden seleccionar como se conoce en la técnica. En algunos casos, el % en volumen de sales de potasio es 0.

Opcionalmente también, la composición o artículo abrasivo puede incluir además granos abrasivos secundarios capaces de actuar como cargas. Los ejemplos incluyen carburo de silicio, alúmina marrón fundida y otros, conocidos en la técnica.

10 Algunos de los artículos abrasivos descritos en la presente memoria pueden contener granos abrasivos, un aglutinante, microfibras que son filamentos individuales, p.ej., microfibras de lana mineral, una carga activa, por ejemplo un compuesto de manganeso, uno o más refuerzos y, opcionalmente fibras de hebras picadas. Como se emplean en la presente memoria, términos tales como “reforzado” o “refuerzo” se refieren a capas discretas o insertos u otros componentes tales de un material reforzante que es diferente de los materiales aglutinantes y
15 abrasivos empleados para preparar la herramienta abrasiva aglutinada. Términos tales como “refuerzo interno” o “reforzado internamente” indican que estos componentes están dentro de o incrustados en el cuerpo de la herramienta. Se describen detalles de antecedentes relacionados con técnicas y materiales de refuerzo, por ejemplo, en la patente de EE.UU. N° 3.838.543, expedida el 1 de octubre de 1974 a Lakhani. También se describen muelas reforzadas en las patentes de EE.UU. Nos. 6.749.496, expedida a Mota, et al. el 15 de junio de 2004 y
20 6.942.561, expedida a Mota, et al. el 13 de septiembre de 2005.

En muchos casos, las muelas abrasivas reforzadas internamente incluyen discos cortados de tela de nylon, carbono, vidrio o algodón. En implementaciones específicas, el artículo abrasivo incluye un refuerzo de fibra de vidrio que está en la forma de una lámina, p.ej., un material tejido a partir de fibras de vidrio muy finas, denominado también en la presente memoria tela de vidrio. Se pueden usar una, dos o más que dos de tales láminas de fibra de vidrio, y
25 pueden ser dispuestas en la herramienta abrasiva aglutinada de cualquier manera adecuada.

La fibra de vidrio utilizada puede ser vidrio E (vidrio de aluminio-borosilicato con menos que 1% en peso de óxidos alcalinos). Se pueden usar otros tipos de fibra de vidrio, p.ej., vidrio A (vidrio de álcali-cal con poco o nada de óxido de boro), vidrio E-CR (aluminio-cal silicato con menos que 1% en peso de óxidos alcalinos, con alta resistencia a los ácidos), vidrio C (vidrio de álcali-cal con alto contenido de óxido de boro, usado por ejemplo para fibras de vidrio
30 cortadas), vidrio D (vidrio de borosilicato con alta constante dieléctrica), vidrio R (vidrio de aluminosilicato sin MgO y CaO con altos requerimientos mecánicos), y vidrio S (vidrio de aluminosilicato sin CaO pero con alto contenido de MgO con alta resistencia a la tracción), láminas de fibra de vidrio, etcétera.

Las composiciones en la forma de artículos abrasivos pueden incluir porosidad, p.ej., en niveles adecuados para una aplicación dada. En ejemplos específicos, la porosidad es menor que 30% en volumen, por ejemplo dentro del
35 intervalo de aproximadamente 2% a aproximadamente 8% en volumen.

Sin desear estar sujeto a ninguna interpretación particular, se cree que los compuestos de manganeso interactúan químicamente con las microfibras de lana mineral, proporcionando múltiples beneficios para el procedimiento abrasivo, tales como, por ejemplo, resistencia de la herramienta y rendimiento de rectificado aumentados y/o
40 beneficios para la vida de la muela. En contraste con las fibras de hebras picadas, la alta relación de aspecto de las microfibras (p.ej., lana mineral, vidrio molido o basalto molido) ofrece un área de superficie aumentada, dando como resultado reacciones sinérgicas con la carga o cargas activas empleadas. La presencia de filamentos discretos con niveles de revestimiento muy bajos, junto con uno o más compuestos de manganeso, proporciona óptimos beneficios al material compuesto y al rectificado a diferencia de manojos de fibras con niveles de revestimiento altos. Además, se ha observado que la presencia de sales de potasio tales como cloruro de potasio o sulfato de potasio
45 interfiere con esta interacción “sinérgica” de las sales de manganeso y los filamentos discretos. Los artículos abrasivos que contienen refuerzos de lámina de vidrio, y/o fibras de hebras picadas, muestran típicamente propiedades de impacto mejoradas. La combinación de microfibras de lana mineral que son filamentos individuales (a diferencia de manojos de fibras), preferiblemente en presencia de una carga activa, p.ej., un compuesto de manganeso, con fibras de hebras picadas (en manojos) y/o productos de láminas de fibras (refuerzos) proporciona
50 resistencia de la herramienta aumentada, rendimiento de rectificado aumentado y/o vida de la herramienta mejorada, así como resistencia al impacto aumentada, disminuyendo las tendencias del artículo abrasivo a romperse.

Se proporcionan ahora varios ejemplos de materiales compuestos abrasivos reforzados con microfibras para mostrar adicionalmente rasgos y beneficios de un material compuesto para una herramientas abrasivas configurado de acuerdo con realizaciones de la presente invención. En particular, el Ejemplo 1 muestra propiedades de material compuesto para barras de aglutinante y barras de mezcla con y sin lana mineral; el Ejemplo 2 muestra propiedades de material compuesto en función de la calidad de mezcla; el Ejemplo 3 muestra datos de rendimiento de rectificado en función de la calidad de mezcla; y el Ejemplo 4 muestra el rendimiento de rectificado en función de cargas activas con y sin lana mineral. El Ejemplo 5 compara los efectos sinérgicos sobre el rendimiento de rectificado obtenidos añadiendo una carga activa de un compuesto de manganeso a microfibras de lana mineral en relación a añadir la
55

carga activa de compuesto de manganeso a fibras de hebras picadas. El Ejemplo 6 muestra el rendimiento de rectificado en función de las cargas activas con microfibras de lana mineral usadas en combinación con fibras de vidrio de hebras picadas.

Ejemplos

5 Ejemplo 1

El Ejemplo 1, que incluye las Tablas 3, 4 y 5, muestra propiedades de barras de aglutinante y barras de material compuesto con y sin fibras de lana mineral. Nótese que las barras de aglutinante no contienen agente de rectificado, mientras que las barras de material compuesto incluyen un agente de rectificado y reflejan una composición para muelas de rectificar. Como se puede ver en la Tabla 3, se proporcionan los componentes de ocho composiciones aglutinantes de muestra (en tanto por ciento en volumen, o % vol). Algunas de las muestras de aglutinante no incluyen refuerzo (muestras Nos. 1 y 5), algunas incluyen fibras de vidrio molido o fibras de hebras picadas (muestras Nos. 3, 4, 7 y 8), y algunas incluyen lana mineral Sloss PMF® (muestras Nos. 2 y 6) de acuerdo con una realización de la presente invención. Se pueden usar también otros tipos de fibras de filamentos individuales (p.ej., fibras de cerámica o de vidrio), como será evidente a la luz de esta descripción. Nótese que la alúmina marrón fundida (grano 220) en el aglutinante se usa como carga en estas muestras de aglutinante, pero también puede funcionar como abrasivo secundario (el abrasivo primario puede ser, por ejemplo, bauxita extruida, grano 16). Nótese además que Saran™ 506 es un agente aglutinante de poli(cloruro de vinilideno) producido por Dow Chemical Company, la alúmina marrón fundida se obtuvo de Washington Mills.

Tabla 3: Aglutinantes de ejemplo con y sin lana mineral

Muestras → Componentes ↓	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Durez 29722	48,11	48,11	48,11	48,11	42,09	42,09	42,09	42,09
Saran 506	2,53	2,53	2,53	2,53	2,22	2,22	2,22	2,22
Alúmina marrón fundida - grano 220	12,66	6,33	6,33	6,33	18,99	9,50	9,50	9,50
Sloss PMF®		6,33				9,50		
Fibra de vidrio molido			6,33				9,50	
Hebra picada				6,33				9,50
Pirita de hierro	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4
Cloruro/Sulfato de potasio (mezcla 60:40)	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
Cal	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

20 Para el conjunto de aglutinantes de muestra 1 a 4 de la Tabla 3, las composiciones son equivalentes, excepto por el tipo de refuerzo usado. En las muestras 1 y 5, donde no hay refuerzo, el % en volumen de carga (en este caso, alúmina marrón fundida) fue aumentado de manera correspondiente. Asimismo, para el conjunto de muestras 5 a 8 de la Tabla 3, las composiciones son equivalentes, excepto por el tipo de refuerzo usado.

25 La Tabla 4 muestra propiedades de la barra aglutinante (sin agente abrasivo), que incluyen tensión y módulo elástico (E-Mod) para cada una de las ocho muestras de la Tabla 3.

Tabla 4: Propiedades de la barra de aglutinante (flexión de 3 puntos)

Muestras →	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Tensión (MPa)	90,1	115,3	89,4	74,8	103,8	118,4	97	80,7
Desv. est. (MPa)	8,4	8,3	8,6	17	8	6,5	8,6	10,8
E-Mod (MPa)	17.831	17.784	17.197	16.686	21.549	19.574	19.191	19.131
Desv. est. (MPa)	1.032	594	1.104	1.360	2.113	1.301	851	1.242

30 La Tabla 5 muestra propiedades de la barra de material compuesto (que incluye los aglutinantes de la Tabla 3 mas un abrasivo, tal como bauxita extruida), que incluyen tensión y módulo elástico (E-Mod) para cada una de las ocho muestras de la Tabla 3. Como se puede ver en cada una de las Tablas 4 y 5, el aglutinante/material compuesto reforzado con lana mineral (muestras 2 y 6) tiene mayor resistencia en relación a las otras muestras mostradas.

Tabla 5: Propiedades de la barra de material compuesto (flexión de 3 puntos)

Muestras →	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Tensión (MPa)	59,7	66,4	61,1	63,7	50,1	58,2	34	34
Desv. est. (MPa)	8,1	10,2	8,5	7,2	9,8	4,6	4,4	4,1
E-Mod (MPa)	6.100	6.236	6.145	6.199	5.474	5.544	4.718	4.427
Desv. est. (MPa)	480	424	429	349	560	183	325	348

5 En cada una de las muestras de material compuesto abrasivo 1 a 8, aproximadamente 44% en volumen es aglutinante (incluyendo los componentes aglutinantes apuntados, menos el abrasivo), y aproximadamente 56% en volumen es abrasivo (p.ej., bauxita extruida, u otro grano abrasivo adecuado). Además, se usó una cantidad pequeña pero suficiente de furfural (aproximadamente 1% en volumen o menos del abrasivo total) para humedecer las partículas abrasivas. Las composiciones de muestra 1 a 8 se mezclaron con los granos abrasivos humedecidos con furfural envejecidos durante 2 horas antes del moldeo. Cada mezcla se pesó previamente, después se transfirió a un molde de 3 cavidades (26 mm x 102,5 mm) (1,5 mm x 114,5 mm) y se prensó en caliente a 160 °C durante 45 minutos bajo 140 kg/cm², seguido después de 18 horas de curado en una estufa de convección a 200 °C. Las barras de material compuesto resultantes se ensayaron en flexión de 3 puntos (relación arcada a profundidad 5:1) usando el procedimiento ASTM D790-03.

Ejemplo 2

15 El Ejemplo 2, que incluye las Tablas 6, 7 y 8, muestra propiedades del material compuesto en función de la calidad de mezcla. Como se puede ver en la Tabla 6, se proporcionan componentes de ocho composiciones de muestra (en % en volumen). La muestra A no incluye refuerzo, y las muestras B a H incluyen lana mineral Sloss PMF® de acuerdo con una realización de la presente invención. Se pueden usar también otros tipos de microfibras de filamento único (p.ej., fibra de cerámica o vidrio), como se describió anteriormente. El material aglutinante de la muestra A incluye carburo de silicio (grano 220) como carga, y los aglutinantes de las muestras B a H usan alúmina marrón fundida (grano 220) como carga. Como se apuntó anteriormente, tales cargas ayudan a la dispersión y pueden funcionar también como abrasivos secundarios. En cada una de las muestras A a H, el abrasivo primario usado es una combinación de alúmina marrón fundida de grano 60 y grano 80. Nótese que se puede mezclar también un solo grano abrasivo primario con el aglutinante, y puede variar en tamaño de grano (p.ej., grano 6 a grano 220), dependiendo de factores tales como las velocidades de retirada y acabado superficial deseados.

25 Tabla 6: Materiales compuestos del ejemplo con y sin lana mineral

Muestras →	A	B	C	D	E	F	G	H
Componentes ↓								
Durez 29722	17,77	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88
Saran 506	1,69	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Carburo de silicio - grano 220	5,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alúmina marrón fundida - grano 220	0,00	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Sloss PMF®	0,00	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Pirita de hierro	10,15	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64	9,64
Sulfato de potasio	4,23	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02
Cal	2,54	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41
Alúmina marrón fundida - grano 60	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Alúmina marrón fundida - grano 80	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Furfural	~ 1% en peso o menos del abrasivo total							

Como se puede ver, las muestras B a H son equivalentes en composición. En la muestra A, donde no hay refuerzo, el % en volumen de otros componentes aglutinantes es aumentado de manera correspondiente como se muestra.

Tabla 7: Propiedades del material compuesto en función de los procedimientos de mezcla

Muestras →	A	B	C	D	E	F	G	H
Método de mezcla	Hobart con palas	Hobart con palas	Hobart con batidor	Hobart con palas e Interlator a 6.500 rpm	Eirich	Interlator a 3.500 rpm	Interlator a 6.500 rpm	Eirich e Interlator a 3.500 rpm
Tiempo de mezcla	30 minutos				15 minutos	N/D		15 minutos
Lana mineral no dispersada	N/D	0,9 g	0,6 g	0	0,5		0	

5 La Tabla 7 indica los procedimientos de mezcla usados para cada una de las muestras. Las muestras A y B se mezclaron cada una durante 30 minutos con un mezclador de tipo Hobart usando palas. La muestra C se mezcló durante 30 minutos con un mezclador de tipo Hobart usando un batidor. La muestra D se mezcló durante 30 minutos con un mezclador de tipo Hobart usando una pala, y después se procesó mediante un Interlator (u otro aparato de molino de martillos adecuado) a 6.500 rpm. La muestra E se mezcló durante 15 minutos con un mezclador de tipo Eirich. La muestra F se procesó mediante un Interlator a 3.500 rpm. La muestra F se procesó mediante un Interlator a 6.500 rpm. La mezcla H se mezcló durante 15 minutos con un mezclador de tipo Eirich, y después se procesó mediante un Interlator a 3.500 rpm. Se usó un ensayo de dispersión para calibrar la cantidad de lana mineral no dispersada para cada una de las muestras B a H. El ensayo de dispersión fue como sigue: la cantidad de residuo que resultó después de 100 gramos de mezcla se agitó durante un minuto usando el método Rototap seguido de cribado a través de un tamiz N° 20. Como se puede ver, se observó que la muestra B tuvo un residuo de 0,9 gramos de lana mineral que quedó en la malla del tamiz, la muestra C un residuo de 0,6 gramos, y la muestra E un residuo de 0,5 gramos. Cada una de las muestras D, F, G y H no dejaron fibra residual significativa en la malla del tamiz. Por tanto, dependiendo de la dispersión de lana mineral deseada, se puede usar diversas técnicas de mezcla.

20 Las composiciones de mezcla A a H se mezclaron con granos abrasivos humedecidos con furfural envejecidos durante 2 horas antes del moldeo. Cada mezcla se pesó previamente, después se transfirió a un molde de 3 cavidades (26 mm x 102,5 mm) (1,5 mm x 114,5 mm) y se prensó en caliente a 160 °C durante 45 minutos bajo 140 kg/cm², seguido después de 18 horas de curado en una estufa de convección a 200 °C. Las barras de material compuesto resultantes se ensayaron en flexión de 3 puntos (relación arcada a profundidad 5:1) usando el procedimiento ASTM D790-03.

Tabla 8: Medias y desviaciones estándar

Muestra	N° de ensayos	Media	Desv. est.	Media de err. est.	Inferior a 95%	Superior a 95%
A	18	77,439	9,1975	2,1679	73,16	81,72
B	18	86,483	9,2859	2,1887	82,16	90,81
C	18	104,133	10,2794	2,4229	99,35	108,92
D	18	126,806	5,9801	1,4095	124,02	129,59
E	18	126,700	5,5138	1,2996	124,13	129,27
F	18	127,678	4,2142	0,9933	125,72	129,64
G	18	122,983	4,8834	1,1510	120,71	125,26
H	33	123,100	6,4206	1,1177	120,89	125,31

25 La Figura 1 es un análisis ANOVA de un factor de la resistencia del material compuesto para cada una de las muestras A a H. La Tabla 8 muestra las medias y desviaciones estándar. El error estándar usa una estimación agrupada de varianza de error. Como se puede ver, la resistencia del material compuesto para cada una de las muestras B a H (cada una reforzada con lana mineral, de acuerdo con una realización de la presente invención) es significativamente mejor que la de la muestra A no reforzada.

30 Ejemplo 3

El Ejemplo 3, que incluye las Tablas 9 y 10, muestra el rendimiento de rectificado en función de la calidad de mezcla. Como se puede ver en la Tabla 9, se proporcionan los componentes de dos formulaciones de muestra (en % en

5 volumen). Las formulaciones son idénticas, excepto que la Formulación 1 se mezcló durante 45 minutos y la Formulación 2 se mezcló durante 15 minutos (el método de mezcla usado fue idéntico también, excepto por el tiempo de mezcla como se apunta). Cada formulación incluye lana mineral Sloss PMF®, de acuerdo con una realización de la presente invención. Se pueden usar también otros tipos de microfibra de filamentos simples (p.ej., fibra de vidrio o de cerámica), descritos anteriormente.

Tabla 9: Rendimiento de rectificado en función de la calidad de mezcla

Secuencia	Componente	Formulación 1 (% en volumen)	Formulación 2 (% en volumen)
Etapa 1: Preparación del aglutinante	Durez 29722	22,38	22,38
	Alúmina marrón fundida - grano 220	3,22	3,22
	Sloss PMF®	3,22	3,22
	Pirita de hierro	5,06	5,06
	Sulfuro de cinc	1,19	1,19
	Criolita	3,28	3,28
	Cal	1,19	1,19
	Alcohol tridecílico	1,11	1,11
Etapa 2: Mezcla		45 minutos	45 minutos
Evaluación de la calidad del aglutinante	% en peso de lana mineral no dispersada por el método Rototap	1,52	2,36
Etapa 3: Preparación del material compuesto	Abrasivo	48	48
	Varcum 94-906	4,37	4,37
	Furfural	1% en peso del abrasivo total	
Etapa 4: Llenado del molde y prensado en frío	Objetivo de porosidad	8%	8%
Etapa 5: Curado		rampa de 30 h hasta 175°C seguido de 17 h de estabilización a 175°C	

10 Como se puede ver también a partir de la Tabla 9, la secuencia de fabricación de un material compuesto abrasivo reforzado con microfibras configurado de acuerdo con una realización de la presente invención incluye cinco etapas: preparación del aglutinante; mezcla, preparación del material compuesto; llenado del molde y prensado en frío; y curado. Se hizo una evaluación de la calidad del aglutinante después de las etapas de preparación del aglutinante y de mezcla. Como se discutió anteriormente, una manera de evaluar la calidad del aglutinante es realizar un ensayo de dispersión para determinar el tanto por ciento en peso de lana mineral no dispersada por el método Rototap. En este caso particular, el método Rototap incluyó añadir 50 g-100 g de muestra de aglutinante a una criba de malla 40 y medir después la cantidad de residuo en la criba de malla 40 después de 5 minutos de agitación del Rototap. El abrasivo usado en ambas formulaciones en la Etapa 3 fue bauxita extruida (grano 16). La alúmina marrón fundida (grano 220) se usa como carga en la preparación del aglutinante de la Etapa 1, pero puede funcionar como abrasivo secundario como se explicó anteriormente. Nótese que el Varcum 94-906 es un resol basado en furfural disponible en Durez Corporation.

20 La Tabla 10 muestra el rendimiento de rectificado de muelas de rectificar reforzadas preparadas tanto a partir de la Formulación 1 como de la Formulación 2, a diversas velocidades de corte, incluyendo 0,75, 1,0 y 1,2 s/corte.

Tabla 10: Muestra el rendimiento de rectificado

Formulación	Tasa de corte (s/corte)	MRR cm ³ /min (in ³ /min)	WWR cm ³ /min (in ³ /min)	Relación G
Formulación 1	0,75	516,68 (31,53)	71,28 (4,35)	6,37
Formulación 1	1,0	385,75 (23,54)	53,91 (3,29)	7,15
Formulación 1	1,2	327,25 (19,97)	42,93 (2,62)	7,63
Formulación 2	0,75	518,98 (31,67)	121,59 (7,42)	4,27

Formulación 2	1,0	389,19 (23,75)	81,28 (4,96)	4,79
Formulación 2	1,2	325,77 (19,88)	59,65 (3,64)	5,47

Como se puede ver, la velocidad de retirada de material (MRR, por sus siglas en inglés), que se mide en centímetros cúbicos por minuto (pulgadas cúbicas por minuto), de la Formulación 1 fue relativamente similar a la de la Formulación 2. Sin embargo, la velocidad de desgaste de la muela (WWR), que se mide en centímetros cúbicos por minuto (pulgadas cúbicas por minuto), de la Formulación 1 es consistentemente más baja que la de la Formulación 2. Nótese además que la relación G, que se computa dividiendo MRR por WWR, de la Formulación 1 es consistentemente más alta que la de la Formulación 2. Recuérdese de la Tabla 9 que el aglutinante de ejemplo de la Formulación 1 se mezcló durante 45 minutos, y la Formulación 2 se mezcló 15 minutos. Por tanto, el tiempo de mezcla tiene una correlación directa con el rendimiento de rectificado. En este ejemplo particular, el tiempo de mezcla de 15 minutos usado para la Formulación 2 fue efectivamente demasiado corto cuando se compara con el rendimiento mejorado de la Formulación 1 y su tiempo de mezcla de 45 minutos.

Ejemplo 4

El Ejemplo 4, que incluye las Tablas 11, 12 y 13, muestra el rendimiento de rectificado en función de las cargas activas con y sin lana mineral. Como se puede ver en la Tabla 11, se proporcionan los componentes de cuatro materiales compuestos de muestra (en % en volumen). Las muestras de material compuesto A y B son idénticas, excepto que la muestra A incluye fibra de hebras picadas, y no incluye alúmina marrón fundida (grano 220) ni lana mineral Sloss PMF®. La muestra B, por otra parte, incluye lana mineral Sloss PMF® y alúmina marrón fundida (grano 220), y no incluye fibra de hebras picadas. La densidad del material compuesto (que se mide en gramos por centímetro cúbico) es ligeramente más alta para la muestra B en relación a la muestra A. Las muestras de material compuesto C y D son idénticas, excepto que la muestra C incluye fibra de hebras picadas y no incluye lana mineral Sloss PMF®. La muestra D, por otra parte, incluye lana mineral Sloss PMF® y no incluye fibra de hebras picadas. La densidad del material compuesto es ligeramente más alta para la muestra C en relación a la muestra D. Además, se usó una cantidad pequeña pero suficiente de furfural (aproximadamente 1% en volumen o menos del abrasivo total) para humedecer las partículas abrasivas, que en este caso eran granos de alúmina para las muestras C y D y granos de alúmina-circonia para las muestras A y B.

Tabla 11: Rendimiento de rectificado en función de las cargas activas

Componente	Contenido de material compuesto (% en volumen)			
	A	B	C	D
Grano de alúmina	0,00	0,00	52,00	52,00
Grano de alúmina-circonia	54,00	54,00	0,00	0,00
Durez 29722	20,52	20,52	19,68	19,68
Pirita de hierro	7,20	7,20	8,36	8,36
Sulfato de potasio (K2SO4)	0,00	0,00	3,42	3,42
K2SO4/KCl (mezcla 60:40)	3,60	3,60	0,00	0,00
MKC-S	3,24	3,24	3,42	3,42
Cal	1,44	1,44	1,52	1,52
Alúmina marrón fundida - grano 220	0,00	3,52	0,00	0,00
Porosidad	2,00	2,00	2,00	2,00
Sloss PMF	0,00	8,00	0,00	8,00
Fibra de hebras picadas	8,00	0,00	8,00	0,00
Furfural	1% en peso del abrasivo total			
Densidad (g/cc)	3,07	3,28	3,09	3,06
Dimensiones de la muela (mm)	760x76x203	760x76x203	610x63x203	610x63x203

La Tabla 12 muestra ensayos realizados para comparar el rendimiento de rectificado entre las muestras B y D, ambas de las cuales se prepararon con una mezcla de lana mineral y la carga activa de ejemplo dicloruro de manganeso (MKC-S, disponible en Washington Mills), y las muestras A y C, que se prepararon con hebra picada en

lugar de lana mineral.

Tabla 12: Muestra el rendimiento de rectificado

Número de ensayo	Muestra	Material de bloques	MRR (kg/h)	WWR (dm ³ /h)	Relación G (kg/dm ³)	Porcentaje de mejora
1	A	Acero inoxidable austenítico	193,8	0,99	196	27,77%
	B		222,6	0,89	250	
2	A	Acero inoxidable ferrítico	210	1,74	121	27,03%
	B		208,5	1,36	153	
3	C	Acero inoxidable austenítico	833,1	4,08	204	35,78%
	D		808,8	2,92	277	
4	C	Acero al carbono	812,4	2,75	296	30,07%
	D		784,1	2,03	385	

5 Como se puede ver, se usaron muelas de rectificar preparadas a partir de cada muestra para rectificar diversas piezas de trabajo, denominadas bloques. En más detalle, las muestras A y B se ensayaron sobre bloques preparados a partir de acero inoxidable austenítico y acero inoxidable ferrítico, y las muestras C y D se ensayaron sobre bloques preparados a partir de acero inoxidable austenítico y acero al carbono. Como se puede ver además en la Tabla 12, usar una mezcla de lana mineral y dicloruro de manganeso, muestras B y D, proporcionó aproximadamente un 27% a 36% de mejora en relación a las muestras A y C (preparadas con hebra picada en lugar de lana mineral). Esto muestra claramente mejoras en el rendimiento de rectificado debido a una reacción positiva entre la lana mineral y la carga (en este caso, dicloruro de manganeso). No ocurrió tal reacción positiva con la combinación de hebra picada y dicloruro de manganeso. La Tabla 13 enumera las condiciones bajo las que se ensayaron los materiales compuestos A a D.

Tabla 13: Muestra las condiciones de rectificado

Número de ensayo	Potencia de rectificado (kw)	Material de bloque	Condición de bloque
1	Primer camino a 120 y seguido de 85	Acero inoxidable austenítico	Frío
2	Primer camino a 120 y seguido de 85	Acero inoxidable ferrítico	Frío
3	105	Acero inoxidable austenítico	Caliente
4	105	Acero al carbono	Caliente

Ejemplo 5

20 Se emprendieron experimentos para explorar los efectos del tipo de fibra y los niveles de MKCS sobre el rendimiento de rectificado de muelas. Se prepararon muelas como en el Ejemplo 4 y sólo difirieron con respecto al tipo de fibras y nivel de MKCS presentes. Específicamente, las muelas incluyeron 8% en volumen de fibras de hebras picadas (CSF) (vidrio) o bien 8% en volumen de microfibras de lana mineral (MW). Para cada categoría, el nivel de MKCS fue 0 o bien 3,42% en volumen.

25 Como se ve en la Tabla 14, la relación G para las muelas que contenían 8% en volumen de CSF fue disminuida en aproximadamente 10% cuando se añadió MKCS (de 330 kg/dm³ sin nada de MKCS a 296 kg/dm³ con MKCS). Se observó una tendencia opuesta con las muelas preparadas con lana mineral, donde añadir MKCS dio como resultado un aumento de aproximadamente 20% en la relación G (de 311 kg/dm³ a noventa y 0 de MKCS a 385 kg/dm³ cuando se añadió 3,42% en volumen de MKCS). Esto demuestra claramente que el MKCS interactúa de manera diferente con los dos tipos de fibra, y que se obtiene un efecto sinérgico combinando microfibras MW con MKCS. No se observó tal efecto con la combinación MKCS-CSF. Por el contrario, añadir MKCS a composiciones que contenían CSF tuvo un efecto negativo sobre la relación G.

30

Tabla 14: Efectos de niveles de MKCS y tipos de fibra sobre relaciones G

Tipo de fibra	Relación G (kg/dm ³)	
	Nivel de MKCS (% en volumen)	
	0,00	3,42
CSF (8% en volumen)	330,00	296,00 (Std.)
MW (8% en volumen)	311,00	385,00

Ejemplo 6

5 El Ejemplo 6, que incluye la Tabla 15 y la Figura 2, muestra el rendimiento de rectificado en función de las cargas activas en combinación con lana mineral y fibras de hebras picadas. Como se puede ver en la Tabla 15, se proporcionan los componentes de ocho materiales compuestos de muestra (en % en volumen).

Todas las muestras (Exp 1 a Exp 8) incluyeron el mismo tipo y cantidad de grano abrasivo. Se emplearon dos niveles de fibras de hebras picadas (CSF) de fibra de vidrio: un nivel alto de 6% en volumen (Exp 1, Exp 2, Exp 5 y Exp 6) y un nivel bajo de 4% en volumen (Exp 3, Exp 4, Exp 7 y Exp 8).

10 En todos los casos, el aglutinante incluyó resina (orgánica), microfibras de lana mineral (MW) Sloss PMF®, compuesto de hierro (pirita), cal, y la carga activa, dicloruro de manganeso (MKCS). Las muestras Exp 5 a Exp 8 también incluyeron carga de sulfato de potasio, mientras que las muestras restantes (Exp 1 a Exp 4) no la incluyeron.

15 La sinergia entre las microfibras de lana mineral y la carga activa de compuesto de manganeso fue particularmente significativa en las muestras que tenían niveles bajos de CSF (fibra de vidrio). Según fue aumentado el nivel de fibra de vidrio, la ventaja del MKCS/MW fue menos pronunciada. Estos resultados demostraron que la carga activa de compuesto de manganeso no proporciona los mismos beneficios con respecto a CSF de vidrio como lo hace con microfibras MW.

20 Los datos también mostraron que añadir sulfato de potasio (Exp 5 a Exp 8) tuvo un efecto perjudicial sobre la relación G acumulativa. De manera general, se observaron los valores de relación Q acumulativa (definida como metal retirado (kg o lbs)/desgaste de muela (kg o lbs)) más altos para las muestras que no contenían sulfato de potasio, y esto fue particularmente significativo a niveles bajos de CSF (fibra de vidrio). (Véase, p.ej., Exp 3 y Exp 4). En comparación con los efectos del MKCS, el sulfato de potasio no proporcionó aumento en el rendimiento de rectificado, o proporcionó un rendimiento de rectificado disminuido.

25 Los resultados demostraron que el rendimiento de rectificado aumentó según fueron aumentados MKCS y MW, y que los efectos sinérgicos observados con estos dos ingredientes no se extendieron a las fibras de hebras picadas de fibra de vidrio u otras cargas (p.ej., sulfato de potasio). Los experimentos mostraron que hay una ventaja de rendimiento inesperada cuando se usa la combinación de MW y MKCS en una muela de rectificar.

30 Los datos también indican que las sales de potasio tienen un efecto aumentado sobre el rendimiento en composiciones que incluyen los niveles más altos de fibras de hebras picadas de vidrio, microfibras de lana mineral y un compuesto de manganeso, y menos efecto en composiciones que incluyen microfibras de lana mineral, un compuesto de manganeso y niveles más bajos de fibras de hebras picadas.

Tabla 15: Rendimiento de herramienta con MW, CSF y cargas combinadas

Componente	Contenido de material compuesto (% en volumen)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Grano	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5
Fibra de hebras picadas	6,0	6,0	4	4	6,0	6,0	4	4
Agglutinante	38,5	38,5	40,5	40,5	38,5	38,5	40,5	40,5
Resina	19,25	19,48	20,23	20,49	19,25	19,48	20,23	20,49
Sloss PMF	1,44	0,97	1,52	1,02	1,25	0,84	1,31	0,88
MKC-S	3,65	3,69	3,83	3,88	2,50	2,53	2,63	2,66
Pirita de hierro	12,66	12,82	13,31	13,48	11,85	11,99	12,46	12,61

ES 2 578 064 T3

Cal	1,52	1,54	1,60	1,62	1,15	1,16	1,21	1,22
Sulfato de potasio	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,53	2,63	2,66
Relación Q acumulativa	70,1	68,4	84,0	71,4	69,4	65,4	68,0	55,3

REIVINDICACIONES

1. Un artículo abrasivo, que comprende:
 - un material orgánico aglutinante;
 - un material abrasivo, dispersado en el material orgánico aglutinante;
- 5 fibras de hebras picadas dispersadas en el material orgánico aglutinante, comprendiendo las fibras de hebras picadas aproximadamente 0,1% en volumen a aproximadamente 10% en volumen en el artículo abrasivo;
 - microfibras de lana mineral que están dispersadas uniformemente en el material orgánico aglutinante, en donde dichas microfibras son filamentos individuales; y
 - una o más cargas, incluyendo la una o más cargas un compuesto de manganeso.
- 10 2. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en donde el compuesto de manganeso es dicloruro de manganeso, y de 2% en volumen a 8% en volumen fibras de hebras picadas en el artículo abrasivo.
3. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en donde el compuesto de manganeso está presente en el artículo abrasivo en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 10% en volumen.
- 15 4. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en donde las microfibras de lana mineral están presentes en el artículo abrasivo en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10% en volumen.
5. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en donde el artículo abrasivo no incluye sales de potasio.
6. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en donde las fibras de hebras picadas son fibras de hebras picadas de fibra de vidrio, y el artículo abrasivo incluye uno o más refuerzos de lámina de vidrio.
- 20 7. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en donde las microfibras de lana mineral tienen una relación de aspecto reforzante de al menos 10 y las fibras de hebras picadas tienen una relación de aspecto menor que 3.
8. El artículo abrasivo de la reivindicación 1, en donde el artículo abrasivo incluye: de 25% en volumen a 40% en volumen del material orgánico aglutinante; de 50% en volumen a 60% en volumen del material abrasivo; de 0,5% en volumen a 10% en volumen de las microfibras; de 3% en volumen a 6% en volumen de fibras de hebras picadas; y de 1% en volumen a 10% en volumen de compuesto de manganeso.
- 25 9. Un método para procesar de manera abrasiva una pieza de trabajo, comprendiendo el método:
 - montar la pieza de trabajo en una máquina capaz de facilitar el procesamiento abrasivo;
 - acoplar de manera operativa un artículo abrasivo a la máquina, comprendiendo el artículo abrasivo un material orgánico aglutinante;
 - un material abrasivo dispersado en el material orgánico aglutinante;
- 30 fibras de hebras picadas dispersadas en el material orgánico aglutinante que comprenden de 0,1% en volumen a 10% en volumen del artículo abrasivo;
 - microfibras de lana mineral, dispersadas uniformemente en el material orgánico aglutinante, en donde dichas microfibras son filamentos individuales; y
 - una o más cargas, incluyendo la una o más cargas un compuesto de manganeso; y poner en contacto el artículo abrasivo con una superficie de la pieza de trabajo.
- 35 10. El método de la reivindicación 9, en donde el compuesto de manganeso es dicloruro de manganeso, y el artículo abrasivo no incluye sales de potasio.
- 40 11. El método de la reivindicación 9, en donde el compuesto de manganeso está presente en el artículo abrasivo en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 10% en volumen, y de 2% en volumen a 8% en volumen fibras de hebras picadas en el artículo abrasivo.
12. El método de la reivindicación 9, en donde las microfibras de lana mineral están presentes en el artículo abrasivo en una cantidad dentro del intervalo de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10% en volumen.
13. El método de la reivindicación 9, en donde las fibras de hebras picadas son fibras de hebras picadas de fibra de vidrio, y el artículo abrasivo incluye uno o más refuerzos de lámina de vidrio.
- 45 14. El método de la reivindicación 9, en donde las microfibras de lana mineral tienen una relación de aspecto

reforzante de al menos 10 y las fibras de hebras picadas tienen una relación de aspecto menor que 3.

- 5 15. El método de la reivindicación 9, en donde el artículo abrasivo incluye: de 25% en volumen a 40% en volumen del material orgánico aglutinante; de 50% en volumen a 60% en volumen del material abrasivo; de 0,5% en volumen a 10% en volumen de las microfibras; de 3% en volumen a 6% en volumen de las fibras de hebras picadas; y de 1% en volumen a 10% en volumen de compuesto de manganeso.



