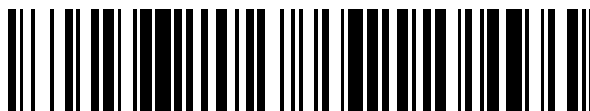


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 346**

51 Int. Cl.:

C08J 11/10 (2006.01)
C08C 19/08 (2006.01)
C08J 11/16 (2006.01)
C08J 11/18 (2006.01)
C08J 11/28 (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2013 PCT/MY2013/000136**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14042510**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2013 E 13836393 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2895539**

54 Título: **Un método para producir caucho desvulcanizado y un aparato para el mismo**

30 Prioridad:

12.09.2012 MY PI2012700640

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2018

73 Titular/es:

**SEKHAR RESEARCH INNOVATIONS SDN. BHD.
(100.0%)
C-19-6 Dataran 32 Jalan 19/1 Section 19
46300 Petaling Jaya, Selangor, MY**

72 Inventor/es:

SEKHAR, GOPINATH B.

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 675 346 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

Un método para producir caucho desvulcanizado y un aparato para el mismo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para producir caucho desvulcanizado y un aparato para el mismo. En particular, la presente invención se refiere a un método y a un aparato para producir caucho desvulcanizado a través de un proceso mecánico y químico.

10

Antecedentes de la invención

En una desvulcanización general del caucho, el proceso implica la ruptura de los enlaces cruzados monosulfídicos, disulfídicos y polisulfídicos (enlaces cruzados carbono-azufre o azufre-azufre) existentes en un caucho vulcanizado. Las tecnologías que fueron desarrolladas para este proceso útil típicamente adoptan técnicas que involucran la desvulcanización química, ultrasónica, de microondas o biológica.

15

Se sabe que en la desvulcanización química, el proceso utiliza materiales como disolventes orgánicos, aceites y productos químicos o compuestos orgánicos para desvulcanizar el caucho. La desvulcanización ultrasónica y la desvulcanización de microondas, por otro lado, utilizan ondas ultrasónicas y calor de microondas para desvulcanizar el caucho, y la desvulcanización biológica se lleva a cabo a través de ataques microbianos en los enlaces cruzados de azufre del caucho vulcanizado para romper los enlaces.

20

Hay varias técnicas previas divulgadas sobre los métodos para producir caucho desvulcanizado. Pat. U.S. N° 5,770,632 divulga un método de recuperación de material elastomérico, o conocido como proceso De-Link, mediante el uso de una mezcla química que es capaz de iniciar el intercambio de protones a una temperatura controlada. La técnica anterior divulga un método para producir caucho desvulcanizado a través de una mezcla vigorosa del polvo de caucho mediante agitación antes de la adición de la composición química y el procesamiento en un molino de rodillos.

25

La Patente Europea No. 1 242 520 B1, propiedad de Levgum, Ltd., divulga un modificador para desvulcanizar elastómero curado y un método para desvulcanizar caucho usando dicho modificador. Como se discutió en la técnica anterior, los elastómeros curados se llevan a un estado de estructura de polímero tensionado y luego se tratan con cationes orgánicos que se generan mediante el modificador como se reivindica.

30

La solicitud de patente de los Estados Unidos N° 11/636,611, propiedad de The SF Materials Corporation, divulga un método para desvulcanizar caucho al poner en contacto el caucho vulcanizado con el líquido de trementina en una mezcla de reacción en ausencia de un metal alcalino. La mezcla de reacción comprende además un disolvente o un líquido que es inmiscible con el líquido de trementina. El caucho vulcanizado se pone en contacto con el líquido de trementina en presencia de una entrada de energía que comprende energía térmica, energía de microondas, energía ultrasónica, fuerzas de cizallamiento mecánicas o mezclas de los mismos.

35

40

La Patente de los Estados Unidos No. 4,161,464 propiedad de BF Goodrich Company describe un método para desvulcanizar caucho mediante una reacción química de transferencia de fase catalizada con ciertas sales de onio que permite el transporte de iones hidróxido en partículas de caucho vulcanizado para escindir selectivamente enlaces cruzados de polisulfuro para producir un caucho desvulcanizado reciclable. El proceso de desvulcanización implica las etapas de hinchar partículas de caucho vulcanizado en un disolvente orgánico que tiene disuelta en él una sal de onio, y en el mismo poner en contacto las partículas hinchadas vulcanizadas con una solución acuosa de una base para proporcionar suficientes iones hidróxido para la reacción de transferencia de fase.

45

La Patente de los Estados Unidos No. 6,387,966 B1 describe un método para desvulcanizar residuos de caucho añadiendo una composición modificadora para desechar partículas de caucho y triturando posteriormente las partículas de caucho residual a través de un molino de rodillos, creando de este modo partículas trituradas modificadas. La modificación de las partículas de caucho implica la ruptura de al menos 70% de los enlaces azufre a azufre y no más de 10 a 15% de enlaces de carbono a carbono.

50

La Patente de los Estados Unidos No. 7,189,762 B2 divulga un método para modificar el caucho reticulado. El método para modificar el caucho reticulado se lleva a cabo utilizando una fuerza mecánica de cizallamiento y elongación en presencia de dióxido de carbono en un estado de fluido supercrítico.

55

La solicitud de patente PCT No. PCT/CA2011/000285 se refiere a un método para regenerar caucho de miga vulcanizado que comprende las etapas de mezclar el caucho de miga y un lubricante a temperatura ambiente, transferir la mezcla a un mezclador termocinético que tiene un rotor con cuchillas para aumentar la temperatura de la mezcla hasta que se alcanza una temperatura de desvulcanización, reduciendo la temperatura de la mezcla y recuperando el caucho regenerado. En la técnica anterior, el método de regeneración de caucho de miga vulcanizado utiliza un rango más alto de temperatura de desvulcanización, por lo tanto, esto requiere un mayor consumo de energía.

60

65

5 Las tecnologías de desvulcanización de caucho convencionales como se divulga en los documentos anteriores de la técnica anterior son en su mayoría pocas prácticas para producir un sustituto viable del caucho virgen debido a la limitación de escalabilidad a la producción a gran volumen. Otros problemas encontrados por las tecnologías de reciclado convencionales son el consumo de energía intensivo, la poca seguridad del curado, la escasa compatibilidad del material durante el procesamiento, la obtención de propiedades y el rendimiento indeseados del producto, así como una vida útil de almacenamiento deficiente.

Resumen de la invención

10 Como resultado, es deseable introducir un método para producir caucho desvulcanizado a gran escala de producción para proporcionar un sustituto viable al material virgen y el caucho desvulcanizado tendrá sus propiedades como un sustituto del caucho original. El método debe producir el caucho desvulcanizado a través de una técnica de alta eficiencia energética.

15 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para producir caucho desvulcanizado para que sea un sustituto viable del caucho virgen.

Es otro objetivo de la presente invención proporcionar un método para producir caucho desvulcanizado en gran volumen estableciendo una alta escalabilidad.

20 Es un objetivo adicional de la presente invención proporcionar un método para producir caucho desvulcanizado usando una técnica altamente eficiente en energía en un rango de temperatura controlada.

25 Todavía es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para producir caucho desvulcanizado mediante el uso combinado de fuerzas de impacto mecánicas y una composición química.

Todavía es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para producir caucho desvulcanizado mediante el reciclado de residuos de caucho.

30 También es un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato para producir caucho desvulcanizado por medios mecánicos giratorios para generar fuerzas de impacto.

Es otro objetivo más de la presente invención obtener un caucho desvulcanizado que tenga un buen mantenimiento de las propiedades del material similar al caucho virgen.

35 Otro objetivo más de la presente invención es obtener un caucho desvulcanizado que sea estable frente al endurecimiento del caucho a fin de tener una vida útil prolongada.

40 La presente invención se refiere a un método para producir caucho desvulcanizado que comprende las etapas de proporcionar partículas de caucho vulcanizado con un tamaño de partícula predeterminado y desvulcanizar las partículas de caucho vulcanizado, en el que las partículas de caucho vulcanizado se desvulcanizan mecánicamente por fuerzas de impacto y se desvulcanizan químicamente mediante una composición química, mediante la cual las fuerzas de impacto rompen los enlaces azufre-azufre y azufre-carbono de las partículas de caucho vulcanizado haciendo que las superficies del caucho se vuelvan receptivas al reaccionar con la composición química y la composición química hace que el azufre sea pasivo para evitar la readhesión de los enlaces, cuya composición química comprende al menos un acelerador, al menos un activador inorgánico y al menos un activador orgánico, caracterizado porque el método para producir caucho desvulcanizado comprende además una etapa de introducir arcilla y una etapa de introducir plastificante al caucho desvulcanizado, en el que el plastificante se introduce en una cantidad de hasta 15 partes por cien de caucho (phr).

50 La presente invención también se refiere a un aparato para producir caucho desvulcanizado. El aparato comprende un tanque de desvulcanización en el que se lleva a cabo la reacción entre partículas de caucho vulcanizadas y una composición química, al menos un agitador de masas colocado en el tanque de desvulcanización en el que el agitador de masa gira en movimiento circular para generar fuerzas de impacto, al menos un eje de rotación posicionado en el tanque de desvulcanización en el que el eje giratorio tiene al menos una cuchilla axial y al menos una cuchilla radial para facilitar la generación de fuerzas de impacto y una mantilla de fluido refrigerante que envuelve al tanque de desvulcanización para controlar la temperatura, donde las fuerzas de impacto generadas desde el agitador de masa, la cuchilla axial y la cuchilla radial del eje giratorio hacen que las partículas de caucho vulcanizado reaccionen con la composición química para producir caucho desvulcanizado.

60 Breve descripción del dibujo

Con el fin de facilitar la comprensión de la invención, en los dibujos adjuntos se ilustran las realizaciones preferidas de una inspección de las cuales, cuando se consideran en conexión con la siguiente descripción, la invención, su construcción y funcionamiento y muchas de sus ventajas serían fácilmente entendidas y apreciadas.

65 La figura 1 muestra un aparato (100) para producir caucho desvulcanizado según la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un método y a un aparato para producir caucho desvulcanizado. De aquí en adelante, el método y el aparato se describirán de acuerdo con las realizaciones preferidas de la presente invención y haciendo referencia a la descripción y dibujo adjuntos. Sin embargo, debe entenderse que la limitación de la descripción a las realizaciones preferidas de la invención y al dibujo es simplemente facilitar la discusión de la presente invención y se prevé que los expertos en la técnica puedan idear diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la reivindicación adjunta.
- 10 Como se representa en la figura 1, el método y el aparato de acuerdo con la presente invención se describirán a continuación en mayor detalle.
- 15 La presente invención divulga un método para producir caucho desvulcanizado que comprende las etapas de proporcionar partículas de caucho vulcanizado con un tamaño de partícula predeterminado y desvulcanizar las partículas de caucho vulcanizado, caracterizado porque las partículas de caucho vulcanizado se desvulcanizan mecánicamente por fuerzas de impacto y se desvulcanizan químicamente mediante una composición química, por medio de la cual las fuerzas de impacto rompen los enlaces azufre-azufre y azufre-carbono de las partículas de caucho vulcanizado causando que las superficies del caucho se vuelvan receptivas al reaccionar con la composición química y la composición química hace que el azufre sea pasivo para evitar la readhesión de los enlaces, cuya composición química comprende al menos un acelerador, al menos un activador inorgánico y al menos un activador orgánico. Sin embargo, los enlaces carbono-carbono del caucho se mantendrán intactos para mantener la integridad de las macromoléculas de caucho.
- 20 En la presente invención, la desvulcanización del caucho o también conocida como activación del caucho se efectúa mediante las fuerzas de impacto mecánicas sobre las partículas de caucho y la adición de la composición química dentro del marco de tiempo cuando las partículas de caucho vulcanizado son receptivas para la reacción química. Las fuerzas de impacto rompen los enlaces azufre-azufre y azufre-carbono y, por lo tanto, esto hace que las superficies del caucho se vuelvan receptivas o activas hacia la composición química. A partir de entonces, la composición química reacciona con los átomos de azufre de las partículas de caucho, haciéndolos pasivos para evitar la reformación de los enlaces.
- 25 De acuerdo con la presente invención, las partículas de caucho vulcanizado utilizadas están preferiblemente dentro de un tamaño que varía de malla 20 a 140, más preferiblemente malla 40, dependiendo del coste y las propiedades recuperables del caucho. Las partículas de caucho vulcanizado son preferiblemente, pero no están limitadas a, forma de polvo. Las partículas de caucho vulcanizado se obtienen a partir de caucho residual como neumáticos viejos, que también se conocen como neumáticos de fin de vida (ELT), y el tamaño del lote utilizado en la producción de caucho desvulcanizado varía. Sería obvio para una persona experta en la técnica que un mayor tamaño de lote disminuye la eficacia para producir caucho desvulcanizado. El tamaño del lote de hasta 1 o 2 toneladas de caucho aún se puede utilizar. Sin embargo, a esta carga de caucho, el aparato puede no proporcionar una eficacia o rendimiento óptimo. Por lo tanto, el tamaño del lote que se usa en la presente invención es preferiblemente, pero no se limita a, 350 kg ya que el uso de este tamaño de lote es más manejable en el procesamiento en comparación con cargas más altas de caucho.
- 30 En una realización preferida de la presente invención, la composición química comprende al menos un acelerador, al menos un activador inorgánico y al menos un activador orgánico. El acelerador utilizado en la presente invención es preferiblemente N-Ciclohexil-2-benzotiazol sulfenamida (CBS) debido a su no carcinogenicidad. Otro acelerador no carcinogénico que se usa alternativamente en la presente invención es polisulfuro de di-isopropilxantogeno. Debe apreciarse que también se pueden usar otros tipos o clases de aceleradores conocidos por una persona experta en la técnica, por ejemplo, difenilguanidina, 2-mercaptobenzotiazol, 2-(n-morfolinil)-mercaptobenzotiazol y hexametilén-tetramina. Sin embargo, se ha encontrado que estos aceleradores contienen nitrosamina, de los cuales la nitrosamina es carcinogénica. Como tal, el caucho desvulcanizado producido usando estos aceleradores puede plantear problemas de salud y, por lo tanto, pueden no ser los aceleradores deseados. Además, estos aceleradores contribuyen a problemas en términos de seguridad de curado para el caucho desvulcanizado. Dado que estos aceleradores distintos del CBS no son deseados en la presente invención, es por lo tanto que el CBS es el acelerador preferido utilizado en la presente invención. Preferiblemente, el acelerador se usa en una cantidad que varía de 0.30 a 0.75 partes por cien de caucho (phr).
- 35 En la presente invención, el activador inorgánico preferido es óxido de zinc y se usa en una cantidad que varía de 0.30 a 0.70 partes por cien de caucho (phr). Además, el activador orgánico preferido es ácido esteárico y se usa en una cantidad que varía de 1.50 a 2.50 partes por cien de caucho (phr). En general, la cantidad total de composición química utilizada oscila entre 0.75 y 3.5 partes por cien de caucho (phr).
- 40 El método para producir caucho desvulcanizado de la presente invención es una técnica de alta eficiencia energética, en el que la etapa de desvulcanizar las partículas de caucho vulcanizado se realiza a una temperatura que varía de 60°C a 100°C y preferiblemente a una temperatura óptima de 80°C. Además, el tiempo del lote de desvulcanizar el caucho varía de 10 a 15 minutos.
- 45 En otra realización de la presente invención, el método para producir caucho desvulcanizado comprende además una etapa de introducción de un plastificante o arcilla o una combinación de los mismos en el caucho desvulcanizado. Tanto

el plastificante como la arcilla se añaden opcionalmente como ingredientes adicionales al caucho desvulcanizado y cada uno de estos ingredientes se usa en una cantidad que varía de 0 a 15 partes por cien de caucho (phr).

5 Preferiblemente, el plastificante usado es aceite nafténico para reducir la viscosidad de la mezcla reaccionada. Debe observarse que se pueden usar otros tipos o clases de plastificantes conocidos por una persona experta en la técnica, tales como caucho de recuperación. También se debe tener en cuenta que se pueden usar aceites aromáticos como plastificante, pero se prefiere el aceite nafténico ya que es menos carcinogénico en comparación con los aceites aromáticos. El plastificante impide el proceso de desvulcanización de las partículas de caucho, por lo que se introduce preferiblemente después del proceso de desvulcanización del caucho. En la presente invención, la arcilla se usa como
10 una carga. El experto en la materia debe conocer que la arcilla utilizada en la presente memoria también funciona como un agente de refuerzo no negro y un auxiliar de procesamiento. La arcilla puede introducirse en el proceso ya sea antes o después de la etapa de desvulcanización del caucho. La arcilla también se puede introducir junto con la composición química.

15 Además, el método para producir caucho desvulcanizado de la presente invención comprende además una etapa de dar forma al caucho desvulcanizado en una forma deseada. En una realización preferida, la etapa de conformación se realiza después de la etapa de introducir un plastificante o arcilla o una combinación de los mismos al caucho desvulcanizado si el plastificante y la arcilla se usan como ingredientes adicionales.

20 Se prefiere que la etapa de conformación del caucho desvulcanizado se realice después de la desvulcanización del caucho cuando el caucho todavía está siendo receptivo, habitualmente dentro de un marco de tiempo de 24 horas. Sin embargo, se prefiere el procesamiento inmediato después de la desvulcanización para evitar que el caucho desvulcanizado se repliegue a su forma original vulcanizada.

25 La etapa de conformación se lleva a cabo formando el caucho desvulcanizado en extruidos, gránulos, aglomerados, láminas o polvo o cualquier combinación de los mismos. Específicamente, la etapa de conformación se realiza pasando el caucho desvulcanizado a través de un extrusor seguido por un molino refinador. El producto final estaría en forma de aglomerados que se enfrían más utilizando un transportador de enfriamiento u otros medios más fríos y posteriormente se envían para su empaclado.

30 En la presente invención, un aparato (100) para producir caucho desvulcanizado a través de un método como el descrito anteriormente se ilustra en la FIG. 1. El aparato (100) para producir caucho desvulcanizado que comprende un tanque (101) de desvulcanización en el que se lleva a cabo la reacción entre partículas de caucho vulcanizadas y una composición química, al menos un agitador (102) de masas posicionado en el tanque (101) de desvulcanización en el que el agitador
35 de (102) de masa gira en movimiento circular para generar fuerzas de impacto, al menos un eje (103) giratorio posicionado en el tanque (101) de desvulcanización en el que el eje (103) giratorio tiene al menos una cuchilla axial (104) y al menos una cuchilla radial (105) para facilitar la generación de fuerzas de impacto y una mantilla de fluido refrigerante (106) que envuelve al tanque(101) de desvulcanización para controlar la temperatura, donde las fuerzas de impacto generadas desde el agitador (102) de masa, la cuchilla axial (104) y la cuchilla radial (105) del eje (103) giratorio hacen que las
40 partículas de caucho vulcanizadas reaccionen con la composición química para producir caucho desvulcanizado.

Además, la presente invención reivindica que hay al menos un agitador de masas (102) posicionado en el tanque (101) de desvulcanización en el que el agitador (102) de masas gira en movimiento circular para generar fuerzas de impacto sobre las partículas de caucho vulcanizado. Aparte de la generación de fuerzas de impacto, el agitador (102) de masas
45 hace circular la mezcla de reacción en el tanque (101) de desvulcanización para asegurar que la mezcla de reacción sea homogénea y permanezca en contacto con el eje (103) giratorio. El agitador (102) de masa es operado eléctricamente por un motor.

Además, al menos un eje (103) giratorio está posicionado en el tanque (101) de desvulcanización en el que el eje (103) giratorio tiene al menos una cuchilla axial (104) y al menos una cuchilla radial (105) para facilitar la generación de fuerzas de impacto. El eje (103) giratorio que funciona independientemente del agitador de masa (102) es accionado por otro motor. Además de facilitar la generación de fuerzas de impacto, la cuchilla axial (104) y la cuchilla radial (105) del eje
50 (103) giratorio también aseguran que la mezcla de reacción se forme en tamaños de partícula de micras para una reactividad máxima.

55 Como se reivindica en la presente invención, las fuerzas de impacto generadas desde el agitador (102) de masas, la cuchilla axial (104) y la cuchilla radial (105) del eje (103) giratorio rompen los enlaces azufre-azufre y azufre-carbono de las partículas de caucho vulcanizado y, por lo tanto, hacen que las superficies del caucho se vuelvan receptivas al reaccionar con la composición química.

60 De acuerdo con la presente invención, el eje (103) giratorio comprende además una pluralidad de miembros de ramificación (107) extendidos perpendicularmente desde el eje (103) giratorio con un primer ángulo (a), como se ilustra en la FIG. 1. El primer ángulo (a) es preferiblemente 90°. Además, la cuchilla radial (105) está unida a los miembros de ramificación (107) del eje (103) giratorio. La cuchilla radial (105) es preferiblemente de forma trapezoidal que tiene un lateral superior con un segundo ángulo (b), como se ilustra en la figura 1. El segundo ángulo (b) es preferiblemente 8°. La
65

cuchilla radial (105) está inclinada desde los miembros de ramificación (107) en un tercer ángulo (c), como se muestra en la figura 1. El tercer ángulo (c) varía de 19° a 45°, y es preferiblemente de 45°.

En una realización preferida de la presente invención, el agitador de masa (102) del aparato (100) gira a una velocidad óptima de 24 rpm. En la realización preferida, tanto el eje (103) giratorio como los miembros de ramificación (107) giran a una velocidad que varía de 2000 a 3300 rpm. En la presente invención, la velocidad óptima de 3000 rpm se usa prácticamente para sistemas con gran capacidad de carga en la producción de caucho a granel. Sin embargo, las velocidades más altas de más de 3300 rpm son operables en pequeñas unidades de banco y laboratorio. Sin embargo, no sería práctico para el procesamiento real del caucho desvulcanizado de 500 kg/hora a 2 Mt/hora.

En una realización preferida de la presente invención, el aparato (100) está envuelto con una mantilla de fluido de enfriamiento (107) para controlar la temperatura del tanque (101) de desvulcanización en un rango de 60°C a 100°C a través de disipación de calor. El fluido de enfriamiento (107) es agua enfriada. El etilenglicol también se puede usar como fluido de enfriamiento (107) junto con los sistemas de enfriamiento criogénico, sin embargo, se prefiere el agua enfriada utilizada con un sistema de enfriamiento robusto, ya que el agua enfriada es más rentable en comparación con el etilenglicol. El control de la temperatura tiene el propósito de prevenir la degeneración del caucho y garantizar que solo se rompan los enlaces de azufre de modo que se maximicen las propiedades recuperables del caucho. A temperaturas elevadas, el alto calor puede provocar la escisión del polímero de la cadena principal, afectando así los enlaces de carbono a carbono que se romperán, lo que conduce a la despolimerización y al daño del caucho.

El caucho desvulcanizado resultante tal como se obtiene a partir del método descrito en la presente invención tiene buena estabilidad con un endurecimiento retardado para proporcionar una vida útil prolongada de más de 6 meses a 1 año. El caucho desvulcanizado se puede revulcanizar mediante la adición de azufre dependiendo de las propiedades del caucho según se desee ajustando la formulación o receta del compuesto de caucho virgen al producto revulcanizado.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Como un ejemplo, se añadieron partículas de caucho vulcanizadas con un tamaño predeterminado de malla 40 al tanque de desvulcanización (101) del aparato (100) de la presente invención. La composición química se añadió luego a las partículas de caucho vulcanizado. Tal como se usa en el ejemplo, la composición química comprende 0.30 partes por cien de caucho (phr) de N-Ciclohexil-2-benzotiazol sulfenamida (CBS) como acelerador, 0.30 partes por cien de caucho (phr) de óxido de zinc como activador inorgánico y 1.50 partes por cien de caucho (phr) de ácido esteárico como un activador orgánico. Las partículas de caucho vulcanizado se desvulcanizaron en el tanque (101) de desvulcanización con el agitador de masa (102) a una velocidad de 24 rpm, y con el eje (103) giratorio y los miembros (107) de ramificación a una velocidad de 2000 rpm. La desvulcanización de caucho se llevó a cabo a una temperatura óptima de 80°C durante un período de procesamiento de aproximadamente 10 minutos.

Opcionalmente, se introdujo en el caucho desvulcanizado aceite nafténico que se usó como plastificante en una cantidad de 15 partes por cien de caucho (phr) y arcilla que se usó como carga en una cantidad de 15 partes por cien de caucho (phr). Opcionalmente, el caucho desvulcanizado se conformó en aglomerados haciendo pasar el caucho desvulcanizado a través de un extrusor seguido por un molino refinador. El caucho desvulcanizado en forma de aglomerados se enfrió y se envió para su empaclado.

Ejemplo 2

En otro ejemplo, se añadieron partículas de caucho vulcanizadas con un tamaño predeterminado de malla 40 al tanque (101) de desvulcanización del aparato (100) como se ilustra en la figura 1. A continuación, se añadió una composición química a las partículas de caucho vulcanizado, cuya composición química comprendía preferentemente 0.75 partes por cien de caucho (phr) de N-Ciclohexil-2-benzotiazol sulfenamida (CBS) como acelerador, 0.70 partes por cien de caucho (phr) de óxido de zinc como activador inorgánico y 2.50 partes por cien de caucho (phr) de ácido esteárico como activador orgánico. En el tanque (101) de desvulcanización, las partículas de caucho vulcanizado se desvulcanizaron con el agitador (102) de masa a una velocidad de 24 rpm, y con el eje (103) giratorio y los miembros (107) de ramificación a una velocidad de 3300 rpm. La desvulcanización de caucho se llevó a cabo a una temperatura óptima de 80°C durante un período de procesamiento de aproximadamente 15 minutos.

El aceite nafténico y la arcilla se introdujeron opcionalmente en el caucho desvulcanizado. El aceite nafténico se usó en una cantidad de 15 partes por cien de caucho (phr) como plastificante y la arcilla se usó en una cantidad de 15 partes por cien de caucho (phr) como carga. Opcionalmente, el caucho desvulcanizado se conformó en aglomerados haciendo pasar el caucho desvulcanizado a través de un extrusor seguido por un molino refinador. El caucho desvulcanizado en forma de aglomerados se enfrió y se envió para su empaclado.

Ejemplo 3

ES 2 675 346 T3

El caucho desvulcanizado producido a partir del método y aparato (100) como se reivindica en la presente invención se incorporó con caucho virgen para producir compuestos de caucho con propiedades físicas deseadas.

5 La Tabla 1 a continuación muestra las propiedades físicas de los compuestos de caucho en términos de resistencia a la tracción (Mpa), alargamiento a la rotura (%) y resistencia a la abrasión después de la adición de caucho desvulcanizado. De la tabla, las proporciones de caucho desvulcanizado que se agrega al rango de caucho virgen de 5% a 20% con el incremento de 1%. El control utilizado fue un compuesto virgen de calidad media en el que el compuesto virgen se usa en la fabricación comercial de neumáticos de automóviles usados.

Tabla 1			
Adición de caucho desvulcanizado	Resistencia a la tracción (Mpa)	Elongación en ruptura (%)	Resistencia a la abrasión
Control	15.58	504	178.2
5%	16.12	517	180.6
6%	16.14	512	179.0
7%	15.81	490	176.4
8%	15.76	479	175.0
9%	15.83	490	171.8
10%	15.95	491	170.7
11%	15.63	467	177.7
12%	16.05	474	178.1
13%	16.00	479	167.2
14%	15.88	465	167.2
15%	15.60	453	175.3
16%	15.90	450	175.2
17%	15.70	445	177.1
18%	15.60	460	178.2
19%	15.80	460	170.2
20%	16.04	456	169.1

10 Debe apreciarse que en base a la Tabla 1, una persona experta en la técnica es capaz de determinar la cantidad de caucho desvulcanizado requerido para ser añadido a los compuestos vírgenes con el fin de obtener compuestos de caucho con las propiedades físicas deseadas.

15 Ejemplo 4

La Tabla 2 a continuación muestra la producción de caucho desvulcanizado en tres a cuatro lotes de 350 kg por hora usando el método y aparato (100) como se reivindica en la presente invención.

Tabla 2	
Tecnología	Desvulcanización actual
Tamaño de lote	350kg
Tiempo de lote	15-20 min

% Uso en neumáticos nuevos	10-20%
Vida	Más de 6 meses
Uso de energía	Bajo
Economía	Bueno
Escalabilidad	Si
Seguridad de curado	Buena

Los resultados divulgados en la tabla anterior muestran que el método y el aparato (100) de la presente invención proporcionan una alta escalabilidad en la producción de caucho desvulcanizado a una temperatura baja pero controlada, por lo que requieren un menor consumo de energía.

5

Además, el bajo consumo de energía también se beneficia en términos de costo. Además, el caucho desvulcanizado producido a partir de la presente invención proporciona una mejor seguridad de curado, una mayor vida útil y es altamente compatible con la fabricación de neumáticos nuevos y ofrece un rendimiento predecible.

10

Las características novedosas e inventivas de la presente invención se describen e ilustran completamente a continuación en el dibujo adjunto y se definen particularmente en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir caucho desvulcanizado que comprende los pasos de:
- 5 a) proporcionar partículas de caucho vulcanizado con un tamaño de partícula predeterminado; y
- b) desvulcanizar las partículas de caucho vulcanizado,
- 10 en donde las partículas de caucho vulcanizado son desvulcanizadas mecánicamente por fuerzas de impacto y desvulcanizadas químicamente por una composición química, donde las fuerzas de impacto rompen las uniones azufre-azufre y azufre-carbono de las partículas de caucho vulcanizado causando que las superficies del caucho se vuelvan receptivas al reaccionar con la composición química y la composición química hacen que el azufre sea pasivo para evitar la readhesion de los enlaces, cuya composición química comprende al menos un acelerador, al menos un activador inorgánico y al menos un activador orgánico,
- 15 caracterizado porque el método para producir caucho desvulcanizado comprende además una etapa de introducción de arcilla y una etapa de introducción de plastificante en el caucho desvulcanizado,
- 20 en donde el plastificante se introduce en una cantidad de hasta 15 partes por cien de caucho (phr).
2. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 1, en el que el plastificante es aceite nafténico o caucho de recuperación.
3. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 1, en el que:
- 25 (i) la arcilla se introduce antes del paso de desvulcanizar las partículas de caucho vulcanizado; o
- (ii) la arcilla se introduce junto con la composición química; o
- 30 (iii) la arcilla se usa en una cantidad de hasta 15 partes por cien de caucho (phr).
4. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 1, en el que el método comprende además una etapa de:
- 35 (i) introducir un plastificante y arcilla en el caucho desvulcanizado; o
- (ii) dar forma al caucho desvulcanizado en la forma deseada.
5. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 4, parte (ii), en el que la etapa de conformación se realiza después del paso de:
- 40 (i) introducir un plastificante en el caucho desvulcanizado; o
- (ii) introducir arcilla en el caucho desvulcanizado; o
- 45 (iii) introducir un plastificante y arcilla en el caucho desvulcanizado.
6. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 4, parte (ii), en el que la etapa de conformación se lleva a cabo formando el caucho desvulcanizado en extruídos, gránulos, aglomerados, láminas, polvo o cualquiera de sus combinaciones, y preferentemente el paso de conformación se realiza pasando el caucho desvulcanizado a través de un extrusor seguido por un molino refinador.
7. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 1, en el que:
- 55 (i) la etapa de desvulcanizar las partículas de caucho vulcanizado se realiza a una temperatura que oscila entre 60°C y 100°C; o
- (ii) el tamaño de partícula del caucho vulcanizado varía de malla 20 a 140, preferiblemente malla 40; o
- 60 (iii) la composición química se utiliza en una cantidad de hasta 15 partes por cien de caucho (phr).
8. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 1, en el que el acelerador se usa en una cantidad que varía de 0.30 a 0.75 partes por cien de caucho (phr), y preferiblemente en el que el acelerador es N-Ciclohexil-2-benzotiazol sulfenamida (CBS) o polisulfuro de diisopropiloxantogeno.
- 65 9. Un método para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 1, en el que:

(i) el activador inorgánico se usa en una cantidad que varía de 0.30 a 0.70 partes por cien de caucho (phr), y preferiblemente en la que el activador inorgánico es óxido de cinc; o

5 (ii) el activador orgánico se usa en una cantidad que varía de 1.50 a 2.50 partes por cien de caucho (phr), y preferiblemente en la que el activador orgánico es ácido esteárico.

10. Un aparato (100) para producir caucho desvulcanizado a través de un método según la reivindicación 1, que comprende:

10 un tanque (101) de desvulcanización en el que se lleva a cabo la reacción entre partículas de caucho vulcanizadas y una composición química;

15 al menos un agitador (102) de masas posicionado en el tanque (101) de desvulcanización en el que el agitador (102) de masa gira en movimiento circular para generar fuerzas de impacto;

20 al menos un eje (103) giratorio posicionado en el tanque (101) de desvulcanización en el que el eje (103) giratorio tiene al menos una cuchilla axial (104) y al menos una cuchilla radial (105) para facilitar la generación de fuerzas de impacto; y una mantilla de fluido de enfriamiento (106) que envuelve el tanque (101) de desvulcanización para controlar la temperatura,

una pluralidad de miembros (107) de ramificación extendidos perpendicularmente desde el eje (103) giratorio,

25 donde las fuerzas de impacto generadas desde el agitador (102) de masas, la cuchilla axial (104) y la cuchilla radial (105) del eje (103) giratorio hacen que las partículas de caucho vulcanizado reaccionen con la composición química para producir caucho desvulcanizado.

11. Un aparato (100) para producir caucho desvulcanizado según una cualquiera de la reivindicación 10, en el que la cuchilla radial (105) es:

30 (i) unido a los miembros (107) de ramificación del eje (103) giratorio; o

(ii) inclinado desde los miembros (107) de ramificación a un ángulo que varía de 19° a 45°.

35 12. Un aparato (100) para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 10, en el que la mantilla del fluido de enfriamiento (106) se usa para controlar la temperatura a un rango de 60°C a 100°C, preferiblemente 80°C.

40 13. Un aparato (100) para producir caucho desvulcanizado según la reivindicación 12, en el que el fluido de enfriamiento es agua enfriada o etilenglicol.