



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 327 858**

⑤1 Int. Cl.:

B29B 17/00 (2006.01)

F23G 7/12 (2006.01)

C10B 49/02 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **05742440 .0**

⑨6 Fecha de presentación : **25.04.2005**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1785248**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **16.05.2007**

⑤4

Título: **Método y dispositivo para el tratamiento térmico de neumáticos usados.**

③0

Prioridad: **26.04.2004 RU 2004112896**

④5

Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.11.2009

④5

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.11.2009

⑦3

Titular/es: **Evgeny Petrovich Krivoruchko**
ul. Irkutskaya, 68-1-6
Omsk 644070, RU

⑦2

Inventor/es: **Antonenko, Vladimir Fedorovich y**
Anikeev, Valeryan Nikolaevich

⑦4

Agente: **Martín Santos, Victoria Sofía**

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

Método y dispositivo para el tratamiento térmico de neumáticos usados.

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un método y a un dispositivo para el procesamiento térmico de neumáticos usados según el preámbulo de la reivindicación 1 y según el preámbulo de la reivindicación 8 respectivamente.

10 **Antecedentes de la invención**

La Patente estadounidense US nº 5.087.436 (publicada el 11.02.92) mostraba un método para procesar neumáticos usados mediante el método de pirólisis al vacío a una temperatura de entre 490°C y 510°C y bajo una presión absoluta de 5 kPa para producir negro de carbón, con una absorción de yodo de entre 0,13 kg/kg y 0,15 kg/kg, número de aceite de acuerdo con DBF (de 80 a 100) de 10^{-5} m³/kg, y con una capacidad para teñir de 55 a 63.

La Patente británica GB nº 1481352 (publicada el 20.07.1977) mostraba un método para el procesamiento térmico de neumáticos usados, que comprende las etapas de cargar los neumáticos en un reactor, pirólisis de un material procesado, con la posterior separación de los productos de la pirólisis; y descargar el residuo sólido. La pirólisis se lleva a cabo a una temperatura de hasta 1.000°C en un medio gaseoso reductor.

Dichos ambos métodos tienen en común la desventaja de la necesidad de utilizar dispositivos sofisticados y consumir grandes cantidades de energía necesaria para llevar a cabo sus procesos.

Se conoce por la Patente rusa RU nº 2062284 (publicada el 20.06.1996) un método para procesar materiales de desecho combustibles, que incluyen los neumáticos usados o desechos de caucho similares, que comprende las etapas de: cargar la carga dentro de un reactor, carga que consiste por lo menos parcialmente en trozos de un residuo combustible, para someter dichos residuos a pirólisis y gasificación; establecer un flujo gaseoso a través de la carga suministrando un agente gasificante que contiene oxígeno dentro del reactor, y retirar los productos del procesamiento gaseosos y líquidos del reactor; manteniendo la temperatura máxima en el reactor entre los 800°C y los 1.700°C.

Se conoce por la Patente rusa RU nº 2142357 (publicada el 10.12.1999) un método para procesar neumáticos usados, que comprende las etapas de: descomposición térmica de neumáticos a una temperatura de entre 400°C y 600°C para producir productos de vapor/gaseosos y el residuo de carbón sólido; refrigerar dichos productos y el residuo hasta los 40°C ó 50°C; y separarlos en las fases líquida y de vapor, y en el residuo de carbón sólido; refrigerando el residuo de carbón por evaporación del agua de la pirólisis, añadiendo el amoníaco gas a la zona de refrigeración.

Según las Patentes rusas RU nº 2062284 y RU nº 2142357, los neumáticos usados se procesan en un medio de un agente gaseoso que contiene oxígeno que se lleva al lecho de un material procesado, es decir, en el medio gaseoso oxidante, cuya descripción requería una cantidad incrementada de la energía requerida para procesar un material dado. De esta manera el agente gaseoso según el documento RU 2142357 se obtiene mediante la incineración y gasificación simultáneas del residuo de carbón sólido del material neumático procesado (hollín y coque); y según el documento RU 2062284 dicho agente se produce por combustión de los gases educidos en el transcurso de la descomposición térmica del material neumático. Los gases que contienen oxígeno pueden comprender oxígeno libre, que en este caso constituirá la atmósfera gaseosa oxidante (medio), y pueden comprender oxígeno no libre, que consiste en H₂, CO, CH₄, sustancias que en este caso servirán como medio gaseoso reductor.

El método conocido por la Patente rusa RU nº 2139187 (publicada el 10.10.1999) y utilizado para el procesamiento térmico de neumáticos usados, describe cómo los neumáticos desmenuzados son cargados en un reactor, el material procesado es sometido a pirólisis a una temperatura de entre 550°C y 800°C en el medio gaseoso reductor; siendo la relación de gas reductor y material procesado de entre 0,20 y 0,45 a 1, con una separación posterior de los productos de la pirólisis obtenidos de esta manera. El gas reductor se produce utilizando el método de la combustión incompleta de los hidrocarburos con $\alpha = 0,4-0,085$; y cuando se ha completado la pirólisis, se alimenta vapor supercalentado a una temperatura de entre 250°C y 300°C y en una cantidad de entre 0,03 y 0,12 a 1, al material cargado.

Dicho método se lleva a cabo en un dispositivo que comprende un reactor, un sistema para recoger los gases formados en el reactor; un generador de gases reductores conectado al reactor, un supercalentador de vapor, una tolva para el envío de los neumáticos desmenuzados al reactor, y unos medios de recepción que alojan los residuos sólidos que quedan de la descomposición térmica de los productos.

Dicha invención tiene la desventaja de requerir grandes cantidades de energía, debido a que se utiliza una fuente externa de hidrocarburos para producir un gas reductor y vapor.

El documento GB 2 090 609, que se considera como el antecedente más cercano, se refiere a sistemas de tratamiento térmico para materiales carbonosos. Se utiliza un generador de gases calientes para suministrar una pluralidad de fases que son controladas por separado mediante la monitorización de los respectivos sistemas de transferencia de calor. El control se realiza preferentemente mezclando gas del generador con gas reciclado que se forma aguas abajo de las fases de tratamiento.

ES 2 327 858 T3

El documento US 4.588.477 describe un método para transportar el destilado del lecho fluidizado de desechos de neumáticos gruesos de carretera, vulcanizados de caucho, en una mezcla con gravilla.

El documento US 6.271.427 se refiere a un método de recuperación de carbón y combinaciones de hidrocarburos a partir de neumáticos de desecho mediante pirólisis.

El documento US 4.240.587 describe una planta de procesamiento móvil y un método para procesar neumáticos de desecho. Operando la planta con subproductos reutilizables de la reducción pirolítica de los neumáticos.

El documento US 5.783.046 describe un proceso y un dispositivo para la destilación destructiva de la pirólisis de neumáticos de caucho usados para producir hidrocarburos líquidos y gaseosos y un residuo carbonoso sólido.

Kaminsky "Recycling of polymeric materials by pyrolysis", Die Makromolekulare Chemie, Macromolecular Symposia, Huthig und Wepf Verlag, Basel, CH, vol. 48/49, páginas 381-393, aborda el reciclado de plásticos y cauchos mediante la pirólisis en lecho fluidizado.

Vesper *et al.*, "Rohstoffliche Verwertung - eine übersicht", Kunststoffe, Carl Hansen Verlag, Munich, DE, vol. 83, n° 11, páginas 905-909, aborda el uso de productos de plásticos de desecho como sustitutos de los materiales fósiles como materia prima o carga de alimentación secundaria.

El documento EP 0 316 827 se refiere al reciclaje de agua de proceso en un reactor de pirólisis en lecho fluidizado.

El documento US 3.704.108 describe la conversión de un caucho concreto en líquidos hidrocarburos y sólidos inalterados en un reactor.

El documento WO 95/14562 se refiere al reprocesado pirolítico de un residuo industrial sólido que contiene caucho, en concreto neumáticos de coche usados.

El documento RU 2 137 045 describe un método que incluye el calentamiento de combustible por mezclado con productos de combustión de alta temperatura, mediante la postcombustión de finos de vapores de hidrocarburos en la zona de combustión.

El documento RU 2 124 547 se refiere a procesos pirolíticos utilizados en silvicultura y agricultura para la eliminación de residuos biológicos.

El documento DE 38 20 913 describe un método de carbonización de madera para la producción de carbón vegetal.

Descripción de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método y un dispositivo para mejorar el procesamiento de neumáticos usados, haciendo el procesamiento más rentable mediante la mejora de la eficiencia del procesamiento con requisitos de energía menores y produciendo productos de calidad que puedan ser convenientemente utilizados para el reciclaje.

Según un aspecto, la presente invención se refiere a un método para el procesamiento térmico de neumáticos usados, que comprende la etapa de la pirólisis de un material en forma de neumáticos desmenuzados en un reactor a una temperatura de entre 550°C y 800°C en un medio gaseoso, un parte del cual se obtiene en un generador de gases mediante la combustión de productos de la pirólisis gaseosos con vapores de hidrocarburos líquidos, y se lleva a cabo la separación de los productos de la pirólisis, *caracterizándose* el método *porque* el generador de gases es un generador de gases reductores, y porque la pirólisis se lleva a cabo en un medio gaseoso reductor, una parte de los productos gaseosos de la pirólisis emitidos desde el reactor con vapores de hidrocarburos líquidos se alimentan a una unidad productora de calor, donde por lo menos una parte de los gases de combustión emitidos desde la unidad productora de calor se alimenta al generador de gases reductores y al reactor.

Formas de realización particulares del método según la invención son el sujeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 7.

La pirólisis se lleva a cabo preferentemente en una relación total entre el gas reductor y el material procesado dentro del intervalo de 0,8 y 0,12 a 1.

Los gases de combustión son ventajosamente enviados directamente al reactor en una relación de entre 0,25 y 0,50 a 1; la temperatura de los gases de combustión alimentados al reactor se mantiene en el intervalo preferente comprendido entre los 120°C y los 180°C.

El material utilizado para la pirólisis está preferentemente desmenuzado en trozos seleccionados dentro del intervalo de tamaño comprendido entre los 5 mm y los 30 mm.

Antes de ser cargado en el reactor, el material es ventajosamente calentado mediante los gases de combustión efuentes.

La fracción de los hidrocarburos líquidos es además ventajosamente separada de los productos gaseosos de la pirólisis.

Según otro aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo para el procesamiento térmico de neumáticos usados, que incluye un reactor, un sistema de salida para los gases formados en el reactor, un generador de gases conectado al reactor, un sistema para alimentar los neumáticos desmenuzados al reactor, y unos medios de recepción para alojar el residuo sólido de la pirólisis. El dispositivo *se caracteriza porque* el generador de gases es un generador de gases reductores, y porque el dispositivo dispone de una unidad productora de calor con unos modos para la toma de gases de combustión, el sistema de salida para los gases formados en el reactor está conectado a la unidad productora de calor, donde los modos para la toma de gases de combustión están conectados al generador de gases reductores y al reactor.

Formas de realización particulares del dispositivo según la invención son el sujeto de las reivindicaciones dependientes 9 a 12.

Este dispositivo es ventajosamente complementado con un sistema para la educción de la fracción de hidrocarburos líquidos, sistema que está diseñado para conectarse al sistema de recolección de los gases formados en el reactor.

El dispositivo incluye además preferentemente un sistema para el precalentamiento de los neumáticos desmenuzados, sistema que está acoplado al medio de eliminación de los gases de combustión y a un medio para la liberación de los gases de combustión a la atmósfera. El dispositivo está preferentemente provisto de un medio para monitorizar la temperatura en zonas predeterminadas del reactor, y también de medios de control para llevar a cabo un control preestablecido del flujo de los gases.

Breve descripción de los dibujos

Las ventajas y características de la invención reivindicada se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada a ser leída junto con el dibujo adjunto que muestra esquemáticamente el dispositivo reivindicado.

Forma de realización preferente de la invención

Un dispositivo para el procesamiento térmico de los neumáticos usados y artículos de caucho, mostrado en la Figura 1, comprende: un reactor sellado aislado del calor 1 acoplado en su parte superior - a través de un alimentador con barrera 2 - a una tolva calentada 3 que contiene los neumáticos desmenuzados; unos medios de recepción 5 que - a través de un alimentador con barrera 4 - están acoplados al reactor 1 y situados en la parte inferior del reactor, y están adaptados para alojar el residuo sólido de la pirólisis; un generador de gases reductores 6 acoplado al reactor 1; una unidad productora de calor 7 implementada como caldera que dispone de un dispositivo quemador 8 y un medio 9 para liberar los gases de combustión a la atmósfera.

El reactor 1 - a través de un canal 10 para la toma de los gases de la pirólisis, tal canal proporcionado en la parte inferior del reactor; y mediante un regulador de flujo 11, unos medios de inducción de trago 12 y un regulador de flujo 13, todos ellos conectados en serie a un conducto de gas - está acoplado al dispositivo quemador 8 de la unidad productora de calor 7; y a través del canal 10 para la toma de los gases de la pirólisis, el regulador de flujo 11, los medios de inducción de trago 12 y el regulador de flujo 14, dicho reactor está acoplado a un dispositivo quemador del generador de gases reductores 6 a través de su primer elemento de admisión 15.

Mediante su canal 16 para la toma de gases de combustión dicha unidad productora de calor 7 - a través de unos medios de inducción de trago 17, un regulador de flujo 18, unos medios de inducción de trago 19, un regulador de flujo 20 y una válvula 21, todos ellos conectados al conducto de gas - está acoplada a un generador 6 a través de su segundo elemento de admisión 22; y dicha unidad - a través de los medios de inducción de trago 17, la válvula 18, los medios de inducción de trago 19, el regulador de flujo 20 y la válvula 23 - está acoplada a la parte inferior del reactor 1 utilizando un canal de admisión 24. El canal 16 para la toma de gases de combustión está acoplado a un medio 9 para liberar los gases de combustión a la atmósfera.

El generador de gases reductores 6 está diseñado para controlar la temperatura de los gases enviados al reactor 1 desde dicho generador, de manera que dicha temperatura no exceda un valor predeterminado.

Para asegurar una combustión estable, el dispositivo incluye un bucle para suministrar aire atmosférico mediante unos medios de inducción de trago 25 a través de una válvula 26 al interior del medio quemador del generador 6 utilizando un primer elemento de admisión 15; y - a través de una válvula 27 - al interior del dispositivo quemador 8 de la unidad productora de calor 7.

El dispositivo puede comprender adicionalmente un bucle para la educción de la fracción de hidrocarburos líquidos, bucle que se implementa como el condensador 28 que está conectado al canal 10 para la toma de los gases de la pirólisis a través de una válvula de cierre 29 y del regulador de flujo 11, y a un canal transversal para líquidos 30 - mediante la bomba 31.

ES 2 327 858 T3

El dispositivo puede realizarse con un bucle de precalentamiento para el precalentamiento de los neumáticos desmenuzados en la tolva 3 mediante los gases de combustión enviados desde el canal 16 para la toma de gases de combustión de la unidad productora de calor 7 mediante los medios de inducción de trago 17 a través de la válvula 32 y el colector de admisión 33 del medio de calentamiento 34 (tubo bobina) en la tolva 3, medio de calentamiento a partir del cual se eliminan dichos gases a través del colector 35 al interior del medio de liberación de los gases de combustión 9.

Las válvulas y los reguladores de flujo dispuestos en las líneas de conexión de sus respectivos bucles son controlables, y se pueden operar manualmente y/o mediante un accionamiento eléctrico para mantener las temperaturas requeridas de los flujos de gas, circunstancia que permite automatizar el dispositivo.

Se pueden utilizar adecuadamente un ventilador, un extractor de humos, un compresor o un eyector como medios de inducción de trago.

El curso del proceso se monitoriza y se controla utilizando un medio de control de temperatura. El sensor de temperatura 36 está destinado a monitorizar la temperatura en la zona del reactor entre el canal de admisión 24, a través del cual se introducen los gases de combustión, y el canal de admisión del generador 6 que va al reactor 1. La zona de pirólisis se monitoriza mediante un sensor 37 dispuesto cerca de la zona inferior de pirólisis, y mediante un sensor 38 dispuesto cerca de la zona superior de pirólisis.

La salida de los productos gaseosos de la pirólisis se monitoriza mediante un sensor 39 situado cerca del canal 10 para la toma de los gases de la pirólisis. El reactor también tiene un indicador de nivel 40.

El medio de recepción 5 para alojar el residuo sólido de la pirólisis está acoplado a un separador magnético 41 para separar el residuo sólido de la pirólisis en un componente metálico que se retira (indicado por la flecha A), y en el residuo de carbón a empaquetar (indicado por la flecha B).

El dispositivo reivindicado y el proceso de descomposición térmica de los neumáticos usados reivindicado funciona y se lleva a cabo, respectivamente, de la siguiente manera.

Los neumáticos usados desmenuzados o los artículos de caucho usados se alimentan a la tolva 3. Antes de su arranque inicial, se llena la parte inferior del reactor 1 con un material carbonoso sólido (hollín no usado). Los neumáticos desmenuzados depositados en la tolva 3 se calientan mediante los gases producidos por un combustible de reserva auxiliar, y se aumenta la temperatura en el reactor 1 suministrando, a través del primer elemento de admisión 15, el combustible de reserva al dispositivo quemador del generador 6 a través del primer elemento de admisión 15. Una vez que se ha alcanzado la temperatura de funcionamiento (temperatura de pirólisis), se interrumpe el suministro de combustible de reserva, y el proceso de pirólisis continuo continúa, siendo enviados los gases de la pirólisis al generador 6.

Los neumáticos de caucho desmenuzados de la tolva 3 - a través del alimentador 2 - entran al reactor 1. En la parte inferior del reactor se suministra el gas reductor del generador 6 a una temperatura de entre 550°C y 880°C, en una cantidad de entre 0,45 y 0,70 a 1.

El medio gaseoso reductor es el medio que tiene H_2 , CO , CH_4 entre sus componentes, y no comprende oxígeno libre.

Los límites de la relación de masa del gas reductor y las migajas cargadas se han determinado experimentalmente, en base a valores del área superficial de un material procesado y de la velocidad de procesamiento del mismo.

El hidrógeno y los hidrocarburos insaturados contenidos en el gas reductor, a una temperatura por encima de los 500°C, reaccionan con los compuestos hidrocarburo que existen en la superficie de las migajas de caucho, produciendo de esa manera vapores de compuestos hidrocarburo C_5-C_{14} . Estos vapores, mezclados con el gas reductor a una temperatura de entre 220°C y 250°C, se retiran de la parte superior del reactor 1, y mediante unos medios de inducción de trago 8 se envían para la combustión al dispositivo quemador 8 de la unidad productora de calor 7 y al generador 6 del gas reductor a través de su primer elemento de admisión 15 en una cantidad de entre el 0,1 y el 0,2 de la parte de los gases de la pirólisis.

Una parte de los vapores de hidrocarburo retirados del canal 10, mediante el accionamiento de la válvula de cierre 29, se puede dirigir al condensador 28, donde se condensan los vapores de los gases de la pirólisis; y el líquido de la pirólisis entrará al canal transversal para líquidos 30. Después de dicho condensador, la mezcla de gases y de vapores no condensados de hidrocarburos se envía bien para su combustión a través del regulador de flujo 13 a la unidad productora de calor 7 ó, a través del regulador de flujo 14, al dispositivo quemador del generador de gases reductores a través del primer elemento de admisión 15.

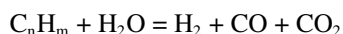
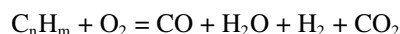
Los gases de combustión, utilizando los medios de inducción de trago 17, son enviados - a través de la válvula 21 - al generador de gases reductores 6 a través de su segundo elemento de admisión 22 para proporcionar los límites de temperatura requeridos de entre 500°C y 800°C; y hasta la finalización de la pirólisis: se suministran - a través de la válvula 23 - a la zona de refrigeración y procesamiento del residuo sólido en la parte inferior del reactor 1. La cantidad

ES 2 327 858 T3

total de los gases de combustión que se alimentan al reactor es de entre 0,25 y 0,50 a 1 con respecto al material procesado.

Los gases a una temperatura de entre 120°C y 180°C comprenden vapor de agua en una cantidad de entre el 8% y el 10%, y oxígeno en una cantidad de entre el 4% y el 7%.

El vapor de agua y el oxígeno, habiendo sido calentados por el calor que reciben de los productos sólidos, reaccionan con los hidrocarburos restantes en su superficie según las siguientes reacciones conocidas:



y forman un volumen adicional del gas reductor, gas que entra a la zona de reacción del reactor 1. La cantidad total del gas reductor suministrado desde el generador 6 y desde la zona de procesamiento y refrigeración del residuo sólido es de entre 0,7 y 1,1 a 2 con respecto a un material procesado.

Los productos sólidos que comprenden residuo de carbón (hollín, metal, componentes minerales de mezclas de caucho) y habiendo sido refrigerados por los gases de combustión, son retirados a través del alimentador 4 a los medios de recepción refrigerados 5 para alojar los productos sólidos; y el separador 41 separa el residuo en el residuo de carbón y un metal.

La capacidad de extracción del dispositivo de educación de líquidos depende del modo de funcionamiento de la unidad productora de calor, y es controlada (por ejemplo, su capacidad aumenta o disminuye dependiendo de la estación del año).

Ejemplo

Los neumáticos desmenuzados (de 5 mm a 30 mm), precalentados en la tolva 3, se calientan mediante un gas reductor, siendo la relación de dicho gas y un material procesado de 0,5:1, a 650°C; obteniéndose dicho gas desde el generador 6 a un $\alpha = 0,7$ por combustión de 0,15 de los productos de la pirólisis. El período de tiempo del procesamiento es de 22 minutos. Una vez que se ha completado la pirólisis, los gases de combustión a 140°C de la unidad productora de calor 7, en una relación de 0,3 con respecto al material cargado, son suministrados a la parte inferior del reactor.

Esta pirólisis produce un 68% de hidrocarburos gaseosos y de vapor, y un 32% de residuo sólido del peso del material cargado. El rendimiento de la fase líquida de los hidrocarburos gaseosos y de vapor es del 59,5%. La densidad del líquido producido de esta manera es 0,92 d₄²⁰ g/cm³; la viscosidad cinemática 5,5 C_{St}, la temperatura de inflamación en crisol abierto es de 94°C.

Tras la separación del residuo sólido en carbón y metal, el carbón producido tiene los siguientes índices, según el ASTM: índice de yodo, 112 ml/100 g; superficie exterior, 110 STAB; transmisión de la luz a través de extracto de tolueno, 98%; adsorción DBF, 93 ml/100 g.

En la Tabla 1 se resumen los resultados de los experimentos llevados a cabo.

(Tabla pasa a página siguiente)

ES 2 327 858 T3

TABLA 1

	Índices	Prototipo	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
1.	Temperatura de la pirólisis, °C	650	400	650	870
2.	Cantidad de productos de la pirólisis alimentados al generador, una parte de la masa del material	0,3	0,08	0,15	0,27
3.	Rendimiento de la fase gaseosa, %		4,3	8,5	21,5
4.	Rendimiento del residuo de carbón, %	*35	34,2	32	28
4.1	Índice de yodo del residuo de carbón, g/kg	120	36	112	125
4.2	Transmisión de la luz a través del extracto de tolueno, %	93	19	98	99,5
5.	Rendimiento de la fase líquida, %		61,5	59,5	51
5.1	Densidad del líquido		0,87	0,92	0,97

ES 2 327 858 T3

	d_4^{20} ,g/cm ²				
5.2	Viscosidad cinemática, C _{St}		2,9	5,5	7,2
5.3	Temperatura de inflamación en crisol abierto, °C		82	94	158
* rendimiento total de los hidrocarburos gaseosos y de vapor 65%					

La Tabla muestra que a temperaturas bajas de la pirólisis, el residuo de carbón sólido (hollín) tiene índices físico-químicos bajos y no es adecuado para un uso adicional del mismo, o necesita un procesamiento posterior. A temperaturas altas de la pirólisis, mejora el rendimiento de los hidrocarburos gaseosos, y aumenta la densidad de la fase líquida, lo que indica un alto contenido en hidrocarburos pesados, por lo tanto el procesamiento adicional (y la aplicación) se vuelven considerablemente más difíciles.

25 Aplicabilidad industrial

El método reivindicado para utilizar neumáticos y artículos de caucho es el método rentable y que no daña el medio ambiente para la generación de energía, y en comparación con la técnica más pertinente permite obviar la etapa del proceso de alimentación de vapor supercalentado, que en el método reivindicado se sustituye por la alimentación de gases de combustión; además, este método utiliza los productos de la pirólisis (gases) en lugar de un gas hidrocarburo para obtener el gas reductor, excepto para la etapa de arranque del dispositivo.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es solamente para conveniencia del lector. La misma no forma parte del documento de patente europea. A pesar de que se ha tenido mucho cuidado durante la recopilación de las referencias, no deben excluirse errores u omisiones y a este respecto la OEP se exime de toda responsabilidad.

40 Documentos de patente citados en la descripción

- US 5087436 A
- GB 1481352 A
- RU 2062284
- RU 2142357
- RU 2139187
- GB 2090609 A
- US 4588477 A
- US 6271427 B
- US 4240587 A
- US 5783046 A
- EP 0316827 A
- US 3704108 A
- WO 9514562 A
- RU 2137045
- RU 2124547
- DE 3820913

Literatura (no patentes) citada en la descripción

- Recycling of polymeric materials by pyrolysis. **Kaminsky**. Die Makromolekulare Chemie, Macromolecular Symposia. Verlag, vol. 48/49, 381-393
- Rohstoffliche Verwertung - eine Übersicht. **Vesper et al.** Kunststoffe. Carl Hansen Verlag, vol. 83, 905-909

REIVINDICACIONES

1. Método para el procesamiento térmico de neumáticos usados, que comprende la etapa de pirólisis de un material en forma de neumáticos desmenuzados en un reactor (1) a una temperatura de entre 550°C y 800°C en un medio gaseoso, una parte de la cual se obtiene en un generador de gases mediante la combustión de productos de la pirólisis gaseosos con vapores de hidrocarburos líquidos, y se lleva a cabo la separación de los productos de la pirólisis,

caracterizado porque el generador de gases es un generador de gases reductores (6), y porque la pirólisis se lleva a cabo en un medio gaseoso reductor, una parte de los productos gaseosos de la pirólisis emitidos desde el reactor (1) con vapores de hidrocarburos líquidos se alimenta a una unidad productora de calor (7), donde por lo menos una parte de los gases de combustión emitidos desde la unidad productora de calor (7) se alimenta al generador de gases reductores (6) y al reactor (1).

2. Método para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la pirólisis se lleva a cabo con una relación entre el total de masa del gas reductor y del material que está entre un 0,8 y 1,1 a 1.

3. Método para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los gases de combustión se alimentan al reactor a una temperatura de entre 120°C y 180°C.

4. Método para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la relación de masa entre dicha parte de los gases de combustión y el material es de entre 0,25 y 0,50 a 1.

5. Método para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se utiliza material desmenuzado en trozos de un tamaño de entre 5 mm y 30 mm.

6. Método para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 1, **caracterizado** porque, dicho material - antes de ser cargado en el reactor - se calienta mediante los gases de combustión efluentes.

7. Método para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende adicionalmente la etapa de separar la fracción de los hidrocarburos líquidos de dichos productos gaseosos de la pirólisis.

8. Dispositivo para el procesamiento térmico de neumáticos usados, que incluye

Un reactor (1),

Un sistema de salida (10) para los gases formados en el reactor,

Un generador de gases conectado al reactor (1),

Un sistema (2, 3) para alimentar los neumáticos desmenuzados al reactor (1), y

Unos medios de recepción (5) para alojar el residuo sólido de la pirólisis;

caracterizado porque el generador de gases es un generador de gases reductores (6), y porque el dispositivo está provisto de una unidad productora de calor (7) con unos modos (16) para la toma de gases de combustión, estando el sistema de salida (10) para los gases formados en el reactor conectado a la unidad productora de calor (7), donde los modos (16) para la toma gases de combustión están conectados al generador de gases reductores (6) y al reactor (1).

9. Dispositivo para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el dispositivo comprende adicionalmente un sistema (28) para la educción de la fracción de los hidrocarburos líquidos, sistema (28) que está diseñado para ser conectado al sistema de salida (10) para los gases formados en el reactor (1).

10. Dispositivo para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 8, **caracterizado** porque comprende adicionalmente un sistema (34) para el precalentamiento de dicho material situado en dicho sistema de alimentación (2, 3), sistema de precalentamiento (34) que está acoplado a los modos (16) para la toma de gases de combustión.

11. Dispositivo para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 8, **caracterizado** porque está provisto de unos medios (36, 37, 38) para monitorizar la temperatura de zonas predeterminadas del reactor (1).

12. Dispositivo para el tratamiento térmico de neumáticos usados según la reivindicación 8, **caracterizado** porque está provisto de unos medios (11, 13, 14, 18, 20) para controlar el flujo del gas.

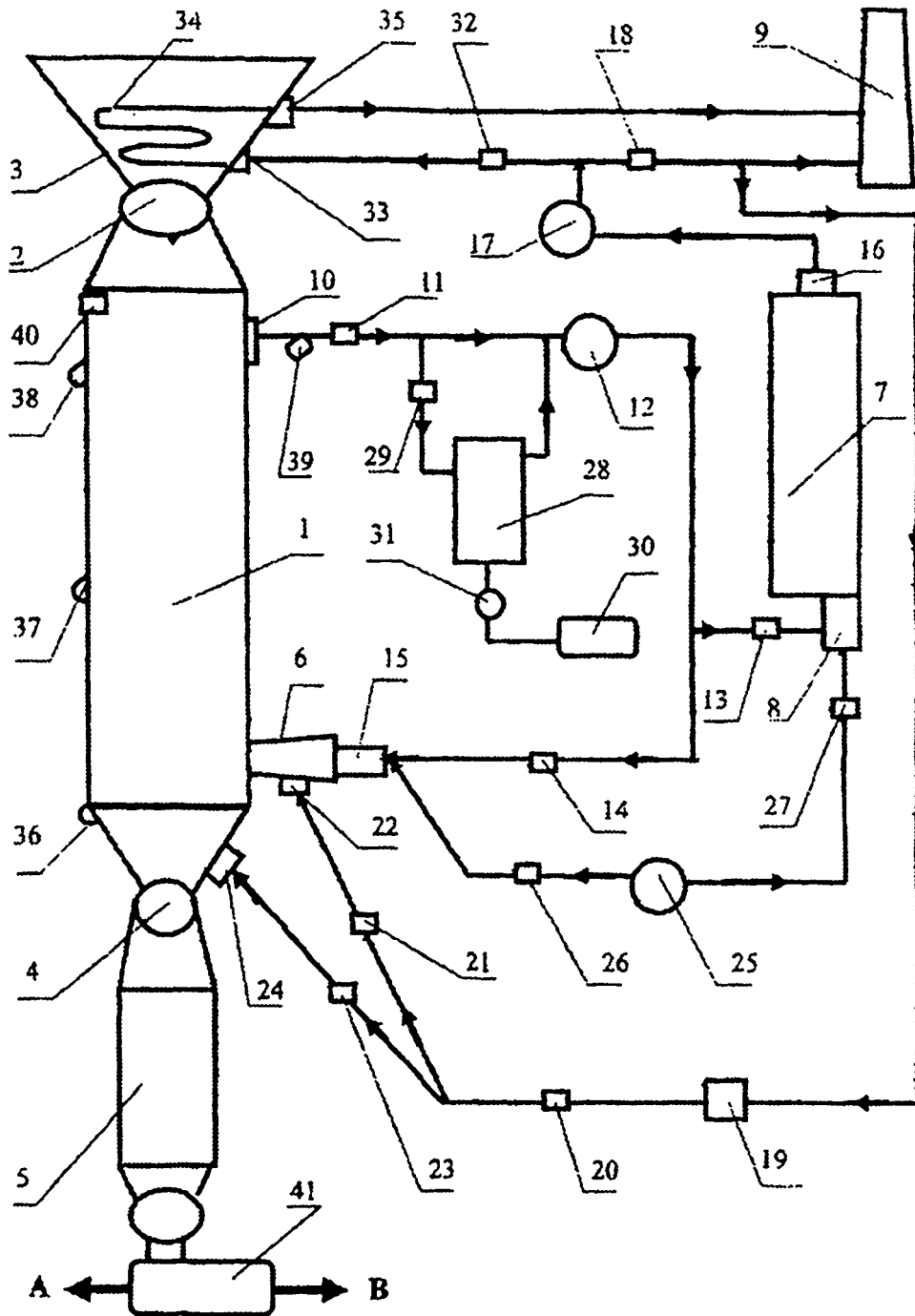


Fig. 1