

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 730**

51 Int. Cl.:

C10G 1/04 (2006.01)

C10G 1/10 (2006.01)

C08J 11/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2011 PCT/EP2011/074083**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2012 WO12089728**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2011 E 11807944 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2658907**

54 Título: **Procedimiento e instalación para el reciclado de neumáticos y plásticos**

30 Prioridad:

27.12.2010 EP 10382357

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

07.12.2017

73 Titular/es:

**MAXAM ENVIROCONSULT, S.L. (100.0%)
Avda. del Partenón 16
28042 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**BAO IGLESIAS, MANUEL y
MACÍAS VÁZQUEZ, FELIPE**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 645 730 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

Procedimiento e instalación para el reciclado de neumáticos y plásticos

5 Campo de la invención

La presente invención se encuadra en el reciclado de productos y se relaciona, en general, con un procedimiento para el reciclado de productos que contienen una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE), entre los que se encuentran por ejemplo los neumáticos, los neumáticos fuera de uso y los plásticos, así como con una instalación adecuada para llevar a cabo dicho procedimiento.

Antecedentes de la invención

Debido a un consumo excesivo de productos y a la falta de sistemas de reciclaje o reutilización adecuados tras su uso, la creciente cantidad de residuos sólidos acumulados representa una verdadera alarma para la sociedad.

La fabricación masiva de polímeros orgánicos (plásticos, neumáticos, etc.) y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo, puesto que tras su uso, gran parte de los mismos se abandonan de manera incontrolada o bien se depositan en vertederos (a excepción de los neumáticos), generalmente sin llevar a cabo ningún tratamiento.

Los neumáticos están compuestos principalmente por tres productos: caucho, un encordado de acero y fibra textil. Además, se agregan otros materiales al caucho para mejorar sus propiedades o facilitar la vulcanización tales como óxido de zinc, óxido de magnesio o negro de carbón. Por tanto, los neumáticos fuera de uso (NFU) constituyen un residuo cuya composición química y comportamiento termo-mecánico dificultan enormemente su reciclado. Por otra parte, los NFU poseen un alto poder calorífico, comparable al de los carbones de buena calidad, lo que posibilita que su valoración energética pueda ser una solución factible desde el punto de vista técnico y económico.

Las nuevas tecnologías de revalorización energética actualmente en desarrollo se basan, entre otros, en procesos de gasificación y de pirólisis que exigen la alimentación del NFU troceado; no obstante, en estos casos, el coste del triturado y troceado constituye un factor determinante para la rentabilidad de la planta industrial así como los problemas operativos asociados a temperaturas de trabajo superiores a 500 °C.

Las alternativas que no incluyen el troceado de los NFU implican el empleo de instalaciones y equipos de grandes dimensiones, tales como instalaciones de combustión de neumáticos enteros que operan en régimen de combustión a alta temperatura (1000-1200 °C). Además, la eficiencia de estos sistemas se ve mitigada por los bajos coeficientes de transmisión de calor por convección gas-sólido así como por el bajo almacenamiento térmico ofrecido por el gas.

Se ha descrito el reciclado de NFU en un reactor utilizando un aceite vegetal (documento WO 99/09092), un aceite de coche usado (documento WO 03/052029) o un aceite mezclado con el aceite producto del propio reciclado del NFU (documento US 4384151). En general, los procedimientos descritos en estos documentos operan en discontinuo, por lo que presentan los inconvenientes propios de dicha forma de operar.

La patente española ES 2277799 A1 describe un proceso y un sistema de reciclado de neumáticos que conduce a una serie de productos, ninguno de los cuales es un combustible líquido desgasificado con características caloríficas similares a las de un combustible-aceite.

El documento EP 0 589 077 A1 se refiere a un proceso de reciclado de caucho, usando combustible pesado como disolvente a una temperatura de 350-500 °C y produciendo una fase sólida, líquida y gaseosa, de las cuales la última puede condensarse.

El documento US 4.384.151 se refiere a un proceso de reciclado de neumáticos, usando combustible pesado como disolvente a una temperatura de 300-500 °C y produciendo una fase sólida, líquida y gaseosa, de las cuales la última puede condensarse.

Ambos documentos EP 0 589 077 A1 y US 4.384.151, sin embargo, se refieren a un proceso y sistema de reciclado que son discontinuos con respecto al producto sólido, es decir, el proceso de reciclado debe interrumpirse y el sistema abrirse para la introducción de sustancias adicionales a reciclar.

Asimismo, en los últimos años, se ha producido un espectacular aumento en el consumo de los plásticos, cuyo uso se ha extendido además de en el campo ya convencional de los envases, al de la fabricación de componentes en las industrias de automoción, vivienda, vestidos y todo tipo de bienes de consumo. Sin embargo, el éxito en el desarrollo tecnológico de los materiales plásticos no ha llevado emparejada la previsión de su reciclado. Se estima que se recupera o recicla menos del 15 % a nivel mundial de los materiales plásticos residuales. Los plásticos contenidos en los residuos sólidos urbanos (RSU) son mayoritariamente polietileno (PE) y polipropileno (PP) (alrededor del 60 %) y en menor proporción están el poliestireno (PS), polietilentereftalato (PET), poliestireno-butadieno (PS-BD),

poli(metacrilato de metilo) (PMMA), etc.

5 Aunque se han descrito diversos métodos para el reciclado de neumáticos y plásticos, todos ellos presentan algunos inconvenientes o limitaciones, por lo que sigue existiendo la necesidad de desarrollar métodos para tratar este tipo de residuos sólidos (e.g., NFU y plásticos) alternativos a los existentes que superen la totalidad o parte de los inconvenientes previamente mencionados. En este sentido, dichos métodos y sistemas deberían ser respetuosos con el medio ambiente y generar productos aprovechables. Además, en relación con los NFU, ventajosamente, dichos métodos deberían posibilitar la utilización de neumáticos enteros.

10 Sumario de la invención

Los autores de la presente invención han encontrado un procedimiento adecuado para tratar residuos sólidos, tales como NFU o plásticos, lo que permite un reciclado eficiente de estos materiales y/o el aprovechamiento de su poder calorífico.

15 Así, la presente invención proporciona un procedimiento alternativo a los procesos de revalorización energética actuales para el tratamiento de este tipo de residuos sólidos y se basa en la solubilización de dichos residuos sólidos en un medio líquido que comprende un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE), tal como un disolvente de tipo parafínico (parafina) u olefínico (olefina) con un punto de ebullición igual o superior a 250 °C, típicamente comprendido entre 250 °C y 400 °C, por ejemplo, aceites minerales, colas de destilación, combustible-aceite, etc.

20 La utilización de un HAPE (e.g., un aceite mineral, un combustible pesado, etc.) como medio de solubilización de dichos residuos sólidos no requiere el empleo de temperaturas tan elevadas, puesto que la transmisión de calor entre el residuo sólido y la fase líquida (HAPE) es elevada y homogénea, y el grado de penetración de dicho HAPE en el residuo sólido es mayor debido a la naturaleza de polímeros hidrocarbonados tanto del caucho o plástico como de los disolventes utilizados que, a las temperaturas descritas, poseen una elevada solubilidad mutua y que, en el caso de los plásticos, supone una disolución entre fases líquidas al superar las temperaturas de fusión de diversos plásticos, por ejemplo, PE y PP. El control fino de temperatura de operación permite orientar el proceso hacia la obtención de gases (craqueo) o hacia la obtención de líquidos (solubilización) siendo inevitable la presencia de
30 ambas fases (gas y líquido).

Así, en un aspecto, la invención proporciona un procedimiento para el reciclado de un producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE), comprendiendo dicho procedimiento la solubilización mediante disolución reactiva de dicho producto en un HAPE, con lo que se genera una fase líquida pesada, una fase gaseosa y, opcionalmente, una fase sólida, y el tratamiento posterior de dichas fases para generar productos valorizables.

En otro aspecto, la invención se relaciona con una instalación para la puesta en práctica de dicho procedimiento.

40 Ventajosamente, el proceso y la instalación de la invención permiten la circulación continua tanto del producto a reciclar como del disolvente, que se logra por la provisión de entradas para el producto a reciclar y el disolvente, de manera que el proceso no debe interrumpirse para introducir un nuevo producto a reciclar y disolvente en el sistema. Esta característica permite un rendimiento mayor en el mismo tiempo y evita la pérdida innecesaria de calor/energía al no necesitar que el sistema se interrumpa y abra.

45 Además, la definición de las condiciones del proceso, ambos en relación con los materiales (incluyendo disolvente), permite que solo el residuo (desecho) se procese, en un proceso de reciclado puro.

50 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación esquemática de una instalación adecuada para la puesta en práctica del procedimiento para el reciclado de un producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición, proporcionado por esta invención.

55 Descripción detallada de la invención

Procedimiento de la invención

60 En un aspecto, la invención se relaciona con un procedimiento para el reciclado de un producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición, en adelante "procedimiento de la invención", que comprende:

- 65 a) poner en contacto dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición con un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) bajo condiciones que permiten solubilizar la fracción de dicho producto soluble en dicho HAPE y generar:
- una fase líquida pesada (FLP) que comprende los productos en fase líquida resultante de la solubilización

- de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE en dicho HAPE; y
- una fase gaseosa (FG) que comprende una fracción de gases condensables y una fracción de gases no condensables; y, opcionalmente,
 - una fase sólida (FS) que comprende la fracción insoluble en dicho HAPE de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en HAPE;

- b) retirar de forma separada cada una de dichas fases FLP, FG y, opcionalmente, FS; y
c) condensar dicha fase gaseosa (FG) y separar la fracción de gases condensables de la fracción de gases no condensables.

en el que dicho procedimiento se realiza continuamente para que el procedimiento no se interrumpa para introducir un nuevo producto a reciclar y HAPE en el sistema.

El procedimiento de la invención comprende, en su etapa a), someter dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE a un tratamiento de solubilización mediante disolución reactiva de dicho producto en un HAPE bajo condiciones que permiten solubilizar la fracción de dicho producto soluble en dicho HAPE y generar las fracciones FLP, FG y, opcionalmente, FS arriba indicadas.

El término "producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE", en ocasiones referido en esta descripción, por simplicidad, "producto a reciclar según la invención", tal como aquí se utiliza incluye cualquier residuo sólido, así como los productos resultantes de su craqueo, que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE. Los ejemplos ilustrativos, no limitativos, de productos solubles en un HAPE incluyen el caucho, natural o sintético, compuesto por poliisopreno, polibutadieno, estireno-butadieno, etc.; los materiales plásticos, e.g., polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietilentereftalato (PET), poliestireno-butadieno (PS-BD), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), etc.

En una realización particular, dicho producto a reciclar según la invención se selecciona del grupo formado por neumáticos, materiales plásticos y sus mezclas. En una realización concreta, dichos neumáticos son neumáticos fuera de uso (NFU). Los neumáticos, en general, están compuestos por caucho (natural y sintético), un encordado de acero y fibra textil; a su vez, el caucho usado en la fabricación de neumáticos está compuesto por un grupo de polímeros entre los que se encuentran el poliisopreno, el polibutadieno, y el estireno-butadieno, siendo este último el polímero más común presente en los NFU. El término "neumático", tal como aquí se utiliza incluye todo tipo de neumáticos, por ejemplo, neumáticos de aviones, bicicletas, coches, camiones, motos, vehículos industriales, tractores, etc. El procedimiento de la invención puede ser aplicado sobre NFU previamente troceados o, bien, preferentemente, sobre NFU no troceados. En una realización particular, dichos neumáticos se seleccionan del grupo que consiste en neumáticos completos usados, neumáticos usados troceados y mezclas de los mismos.

En otra realización específica dicho producto sólido que comprende al menos una fracción soluble en un HAPE es un material plástico. En una realización particular, dichos materiales plásticos comprenden polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietilentereftalato (PET), poliestireno-butadieno (PS-BD), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), etc., o mezclas de los mismos.

Dicho HAPE, tal como se ha mencionado previamente, es un disolvente de tipo parafínico u olefínico con un punto normal de ebullición igual o superior a aproximadamente 250 °C, preferentemente comprendido entre aproximadamente 250 °C y aproximadamente 400 °C. Prácticamente cualquier disolvente de tipo parafínico u olefínico con un punto normal de ebullición igual o superior a aproximadamente 250 °C, preferentemente comprendido entre aproximadamente 250 °C y aproximadamente 400 °C, en el que sean total o parcialmente solubles el caucho, los materiales plásticos, e.g., PE, PP, PS, PET, PS-BD, PMMA, etc., puede ser utilizado como HAPE en la puesta en práctica del procedimiento de la invención. Los ejemplos ilustrativos, no limitativos, de HAPE incluyen aceites minerales (e.g., aceites frescos o usados), colas (fracción pesada) de destilación de aceites minerales, combustible-aceite, combustible pesado de alto punto de ebullición (igual o superior a 350 °C), etc. Para la puesta en práctica del procedimiento de la invención puede utilizarse un HAPE o una mezcla de dos o más HAPE.

En una realización particular, dicho HAPE es un aceite mineral que comprende la fracción pesada (colas) de la destilación de un aceite mineral usado en plantas de tratamiento de aceites usados de automoción y máquinas industriales, cuya principal característica consiste en su elevado punto de ebullición, igual o superior a 350 °C, preferentemente, igual o superior a 380 °C; en una realización concreta, dicho HAPE es un aceite mineral usado con un punto de burbuja (T_b) o vaporización inicial relativamente alto (comprendido entre 360 °C y 380 °C), que, además, posee un elevado poder calorífico (PCS igual o mayor a 10 000 kcal/kg aproximadamente).

De acuerdo con el procedimiento de la invención, la solubilización del producto a reciclar según la invención se lleva a cabo bajo condiciones adecuadas que permiten solubilizar la fracción de dicho producto a reciclar según la invención soluble en dicho HAPE y generar las fracciones FLP, FG y, opcionalmente, FS arriba indicadas. A modo ilustrativo, no limitativo, dichas condiciones incluyen la temperatura de operación, la presión de operación, el tiempo de operación o permanencia de dicho producto a reciclar según la invención en dicho HAPE, la relación "producto a reciclar según la invención/HAPE", etc.

En una realización particular, la solubilización de dicho producto a reciclar según la invención [etapa a)] se lleva a cabo a una temperatura de operación comprendida entre aproximadamente 250 °C y aproximadamente 400 °C, a una presión de operación comprendida entre aproximadamente 1 bar (10^5 Pa) y aproximadamente 1,5 bares ($1,5 \times 10^5$ Pa) (presión absoluta). Aunque el tiempo de operación (o tiempo de permanencia de dicho producto a reciclar según la invención en dicho HAPE) puede variar dentro de un amplio intervalo, en una realización particular, el tiempo de operación está comprendido entre 1 y 3 horas en régimen estacionario. Asimismo, la relación “producto a reciclar según la invención/HAPE” puede variar dentro de un amplio intervalo; no obstante, en una realización particular, la relación “producto a reciclar según la invención/HAPE”, en masa, está comprendida entre aproximadamente 60/40 y aproximadamente 40/60, ventajosamente en una relación másica de aproximadamente 50/50 (1/1), es decir, por cada kg de producto a reciclar según la invención se utiliza 1 kg de HAPE.

Aunque dichas condiciones pueden variar dependiendo, entre otros factores, de la naturaleza del producto a reciclar según la invención, y del HAPE utilizado, en la práctica, se ha observado que se obtienen las fracciones FLP, FG y, opcionalmente, FS, arriba indicadas cuando la solubilización de dicho producto a reciclar según la invención, en particular de NFU, en un HAPE se lleva a cabo:

a una temperatura de operación comprendida entre 250 °C y 400 °C,
 a una presión de operación comprendida entre 1 y 1,5 bares aproximadamente (presión absoluta),
 con un tiempo de operación comprendido entre 1 y 3 horas en régimen estacionario, y
 con una relación másica “producto a reciclar según la invención/HAPE” comprendida entre 50/50 aproximadamente, típicamente en una relación másica de 1/1 aproximadamente, es decir, por cada kg de producto a reciclar según la invención se utiliza 1 kg de HAPE.

El proceso de solubilización de dicho producto a reciclar según la invención puede realizarse con agitación; alternativamente, si se desea, dicho proceso de solubilización puede realizarse en ausencia de agitación (e.g., en régimen laminar).

Aunque el tamaño de partícula del producto a reciclar según la invención es un factor que favorece el proceso de solubilización (a menor tamaño se favorece la cinética de degradación y posterior solubilización de la fracción soluble en el HAPE), diversos ensayos realizados por los inventores han puesto de manifiesto que, para la puesta en práctica del procedimiento de la invención, la superficie específica del producto a reciclar según la invención no es determinante, lo que permite el tratamiento de dichos productos tanto troceados como sin trocear, e.g., NFU, tanto troceados como enteros (NFU sin trocear), dimensionando adecuadamente los depósitos donde se realice la solubilización de la fracción soluble en HAPE del NFU y ajustando la temperatura y el tiempo de operación. Cuando el NFU está troceado, este puede ser colocado en unas cestas y estas sumergidas en un depósito que contiene el HAPE; alternativamente, cuando el NFU está entero (sin trocear), la instalación para la puesta en práctica del procedimiento de la invención incluye unos medios para sujetar el NFU, introducirlo en el depósito de solubilización y retirar la FS resultante tras la solubilización de la fracción soluble; dicha FS incluirá, entre otros materiales, el encordado metálico utilizado en la fabricación de neumáticos.

El proceso de solubilización del producto a reciclar según la invención en un HAPE se realiza en continuo. Si se desea, se puede realizar una agitación con el flujo tangencial en distintos puntos del depósito en el que se realiza la etapa de solubilización para lo cual se extrae parte de la fase líquida, se recalienta y se reintroduce (e.g., mediante bombeo) a alta presión (las turbulencias ayudan a la solubilización de la fracción soluble en HAPE del producto a reciclar según la invención).

La etapa a) del procedimiento de la invención se puede llevar a cabo en una instalación adecuada que comprende, al menos, un depósito de solubilización calefactado o provisto de unos medios de calentamiento, a los que se adiciona el HAPE. En una realización particular, dicha instalación comprende un único depósito de solubilización, mientras que, en otra realización particular, dicha instalación comprende dos o más depósitos de solubilización, dispuestos en cascada, operativamente unidos entre sí, en donde tienen lugar las mismas reacciones. En una realización particular, el procedimiento de la invención comprende, además, la recirculación de la totalidad o de una parte de la fase líquida (FLP) generada durante el proceso de solubilización en dicho depósito de solubilización.

Operando bajo las condiciones apropiadas, la solubilización de la fracción soluble en HAPE contenida en dicho producto a reciclar según la invención permite obtener las fases FLP, FG y, opcionalmente FS previamente mencionadas.

Una vez finalizada la etapa a), se procede a la extracción separada de cada una de las fases generadas (FLP, FG y, opcionalmente, FS) [etapa b)].

La FLP comprende los productos en fase líquida resultantes de la solubilización en un HAPE de la fracción soluble en dicho HAPE del producto a reciclar según la invención, y constituye el producto principal del proceso de solubilización de dicho producto a reciclar según la invención. La retirada de dicha FLP puede realizarse por métodos convencionales; a modo ilustrativo, el depósito de solubilización en el que se lleva a cabo esta etapa puede estar provisto de unos medios para la salida de líquidos dispuestos en la parte inferior de dicho depósito de

solubilización, de manera que dicha FLP pueda salir por gravedad a través de dichos medios.

Dicha FLP posee un alto contenido energético y una volatilidad muy baja, con un contenido en cenizas relativamente bajo, comparable al de un aceite mineral usado o biomasa de origen agroforestal, y, además, presenta unas características químicas y térmicas similares a las de un combustible pesado, por lo que puede ser utilizada como un combustible. A modo ilustrativo, en una realización particular, dicha FLP posee un elevado contenido energético (poder calorífico superior (PCS) de 10 000 kcal/kg aproximadamente) y una muy baja volatilidad (punto de burbuja mayor de 380 °C), con un contenido en cenizas relativamente bajo (típicamente inferior al 10 %, preferentemente inferior al 5 %, por ejemplo, igual o inferior a aproximadamente 3 % en masa) y un contenido en azufre relativamente bajo (típicamente inferior al 5 %, preferentemente inferior al 2,5 %, aun más preferentemente inferior al 2 %, por ejemplo, del 1,6 % aproximadamente) y significativamente inferior al considerado en los valores límite de combustible-aceite comerciales, por lo que puede ser utilizado como un combustible líquido.

Adicionalmente, si se desea, dicha FLP puede ser utilizada en una planta de termoconversión y gasificación con el fin de obtener un gas de síntesis de alto valor energético y un contenido de impurezas mínimo, típicamente a nivel de trazas. Esta alternativa resulta particularmente interesante cuando el producto a reciclar según la invención es un NFU ya que, en este caso, debido al contenido en negro de carbón e impurezas puede ser tratado mediante dicho proceso de gasificación y oxidación parcial controlada para obtener un gas de síntesis de alta pureza (alto contenido en hidrógeno y monóxido de carbono) que puede ser utilizado, a modo ilustrativo, no limitativo, con fines energéticos. Dicho gas de síntesis, obtenido tras la gasificación de la FLP, si se desea, puede ser utilizado para alimentar un motor alternativo o una turbina de gas acoplada a un sistema generador con el fin de producir energía eléctrica.

Por otra parte, la FG obtenida en la etapa a) del procedimiento de la invención, que comprende una fracción de gases condensables (FGC) y una fracción de gases no condensables o incondensables (FGI), se somete a un proceso de condensación [etapa c)] con el fin de condensar los gases condensables y separar la fracción de gases condensables (FGC) de la fracción de gases incondensables (FGI).

La condensación de los gases condensables puede realizarse por métodos convencionales, por ejemplo, enfriando los gases calientes mediante el empleo de un intercambiador de calor, un serpentín refrigerado, etc. En una realización particular, dicha FG es evacuada a través de un serpentín sumergido en agua con el fin de que se produzca la condensación de los gases condensables que tengan una temperatura de ebullición superior a 100 °C, obteniéndose de este modo un producto denominado "similar a diesel" en esta descripción, cuyas características lo hacen asimilable a un combustible tipo gasóleo o nafta de refino, que puede ser utilizado como combustible, por ejemplo, como carburante para quemadores de hornos o calderas para su aprovechamiento energético, o en motores para trabajo mecánico o producción de electricidad, o, alternativamente, como regulador de la viscosidad de la solubilización del producto a reciclar según la invención en la etapa a) del procedimiento de la invención.

La fracción de gases incondensables (FGI) contenida en dicha FG comprende los gases no condensables procedentes del proceso de solubilización del producto a reciclar según la invención en un HAPE y, en general, está compuesta por gases ligeros procedentes del craqueo de dicho producto a reciclar según la invención y de la degradación del HAPE utilizado, por ejemplo, gases de petróleo (mezcla de hidrocarburos muy ligeros que se conservan en condiciones normales en forma gaseosa), etc. Esta fracción de gases incondensables (FGI) también puede utilizarse, si se desea, como carburante para quemadores de hornos o calderas para su aprovechamiento energético, o en motores para trabajo mecánico o producción de electricidad.

Con el fin de recoger y condensar dicha FG, la instalación para la puesta en práctica del procedimiento de la invención contempla la posibilidad de dotar al depósito de solubilización de unos medios para la extracción y salida de gases y unos medios para vehicular dichos gases y condensarlos.

Asimismo, como se ha mencionado previamente, en la etapa a) del procedimiento de la invención se puede generar una fase sólida (FS) que comprende la fracción del producto a reciclar según la invención insoluble en un HAPE; no obstante, en ocasiones, si la proporción de fase sólida resultante tras la puesta en práctica del procedimiento de la invención fuera pequeña, entonces dicha fase sólida se podría dispersar en la fase líquida y no recogerse. Dicha FS se obtiene cuando el producto a reciclar según la invención contiene una fracción insoluble en el HAPE y su composición dependerá de la naturaleza del producto a reciclar según la invención. A modo ilustrativo, en el caso de un NFU, tras el proceso de solubilización de la fracción soluble en HAPE de dicho NFU se obtiene una FS que contiene mayoritariamente fibras y mallado de acero procedente de la capa de refuerzo/encordaje del NFU parcialmente cubierto con caucho y/o material textil degradado y solubilizado; el mallado metálico, si se desea, puede ser sometido a un proceso de limpieza mediante pirólisis-combustión con el fin de eliminar el caucho semilíquido impregnado en el metal y conseguir un acero de alta calidad para su venta como chatarra.

El experto en la materia entenderá que si el producto a reciclar según la invención carece de fracción insoluble en HAPE, no se generará dicha FS.

El procedimiento de la invención contempla la posibilidad de realizar tratamientos previos al producto a reciclar según la invención con el fin de acondicionarlo debidamente; dichos tratamientos previos incluyen, a modo ilustrativo no limitativo, el lavado del producto, el troceado (opcional) del mismo, etc.

El procedimiento de la invención permite aprovechar y valorizar un residuo sólido, tal como un NFU o un plástico, y obtener:

- 5 - un combustible líquido desgasificado (FLP) con un elevado contenido energético (poder calorífico superior aproximado de 10 000 kcal/kg) y una muy baja volatilidad (punto de burbuja mayor de 380 °C), cuyas características son equiparables a las de un combustible-aceite, que, si se desea, puede ser utilizado en una planta de termoconversión y gasificación con el fin de obtener un gas de síntesis de alto valor energético y un contenido de impurezas mínimo a nivel de trazas;
 - 10 - un producto líquido ("similar a diesel"), cuyas características lo hacen asimilable a un combustible tipo gasóleo o nafta de refino;
 - una fracción de gases incondensables (FGI) asimilable a un gas de petróleo; y
 - opcionalmente, un residuo sólido que, a modo ilustrativo, en el caso de un NFU, es mayoritariamente un residuo metálico convertido en subproducto y fácilmente revalorizable para su posterior venta como chatarra.
- 15 Otros procesos conocidos para el reciclado de este tipo de productos, por ejemplo, NFU, requieren la trituración y molienda de dichos NFU, lo que conlleva un elevado consumo energético y económico ya que los NFU son materiales duros y abrasivos y las técnicas actuales (e.g., cizalla) suponen un consumo muy elevado de energía así como un desgaste del material utilizado. A diferencia de dichos procesos conocidos, de alto coste, el procedimiento de la invención puede realizarse sin necesidad de tener que trocear el producto a reciclar (e.g., NFU) y, además, en
- 20 caso de que dicho producto sea un NFU, permite la recuperación completa del mallado de acero (alambres), lo cual no sería posible en caso de utilizar NFU troceados, la generación de un producto en fase líquida muy manejable y la generación de unos productos contenidos en una FLP que resulta más apta para su incorporación en procesos de revalorización del material (e.g., en caso de su utilización en betunes asfálticos, etc.). Asimismo, el procedimiento de la invención puede realizarse en continuo.

25 Instalación de la invención

El procedimiento de la invención se lleva a cabo en una instalación apropiada para su puesta en práctica. Por tanto, en otro aspecto, la invención se relaciona con una instalación, en adelante instalación de la invención, para el

30 reciclado de un producto que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (producto a reciclar según la invención); adecuada para la puesta en práctica del procedimiento de la invención, comprendiendo dicha instalación:

- al menos, un depósito de solubilización (1) provisto de unos medios para la entrada de un producto sólido a reciclar que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), unos medios para la entrada de una
- 35 fase líquida que comprende un HAPE (3), unos medios para la salida de una fase líquida (4), y unos medios para la salida de una fase gaseosa (5);
- un sistema para transportar o contener dicho producto sólido a reciclar que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) provisto de unos medios para transportar o contener dicho producto a reciclar según la invención e introducirlo en dicho depósito de solubilización (1);
- 40 - unos medios para la alimentación de una fase líquida que comprende un HAPE (3) a dicho depósito de solubilización (1); y
- un sistema para la condensación de una fase gaseosa (7) operativamente conectado a dichos medios para la salida de una fase gaseosa (5).

45 El depósito de solubilización (1) es el depósito o reactor en el que tiene lugar la solubilización de la fracción soluble en un HAPE del producto a reciclar según la invención, por lo que en dicho depósito de solubilización (1) se combinan diversos procesos (disolución, craqueo, etc.) que conducen a la solubilización de la fracción soluble en HAPE contenida en el producto que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE. Dicha solubilización se lleva a cabo a temperatura elevada, típicamente, a una temperatura comprendida entre aproximadamente 250 °C y

50 aproximadamente 400 °C, dependiendo de la naturaleza y composición del producto a reciclar según la invención, por lo que los materiales necesarios para su fabricación deben cumplir este requisito.

En una realización particular, la instalación de la invención comprende un único depósito de solubilización (1). En otra realización particular, dicha instalación de la invención comprende dos o más depósitos de solubilización (1), por

55 ejemplo, 2, 3, 4, 5, 6, o incluso más, en cascada; en todos los cuales tienen lugar las mismas reacciones.

En dicho depósito de solubilización (1) se introducen el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) y la fase líquida que comprende un HAPE (3).

60 La introducción del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) en dicho depósito de solubilización (1) se realiza mediante unos medios apropiados para ello, por ejemplo, mediante un sistema para transportar o contener dicho producto sólido a reciclar que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) e introducirlo en dicho depósito de solubilización (1). En una realización particular, el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) puede ser sometido a un tratamiento previo (e.g., lavado, troceado, trituración, etc.), por lo que, en una realización particular, la instalación de la invención comprende

65 un módulo o dispositivo para el acondicionamiento (8) de dicho producto sólido que comprende, al menos, una

fracción soluble en un HAPE (2) en donde dicho producto sólido se somete a dicho tratamiento previo en dicho módulo o dispositivo para acondicionamiento (8) del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2).

5 Asimismo, la fase líquida que comprende el HAPE (3) se introduce en dicho depósito de solubilización (1) a través de unos medios apropiados para la alimentación de dicha fase líquida que comprende un HAPE (3). El procedimiento de la invención se realiza a temperatura elevada, generalmente comprendida entre aproximadamente 250 °C y 400 °C, por lo que dicha fase líquida que comprende el HAPE (3) puede ser calentada antes de ser
10 introducida en el depósito de solubilización (1), en cuyo caso la instalación de la invención comprende unos medios para calentar (9), por ejemplo, un calentador, un intercambiador de calor, etc., dicha fase líquida que comprende el HAPE (3) que se situará antes de su alimentación al depósito de solubilización (1), tal como se muestra en la Figura 1, o, alternativamente, dicha fase líquida que comprende el HAPE (3) puede ser calentada directamente en el depósito de solubilización (1), en cuyo caso, dicho depósito de solubilización (1) estará provisto de unos medios para calentar la fase líquida que comprende el HAPE (2) y/o aislado del calor con el fin de mantener la temperatura de
15 dicha fase líquida que comprende el HAPE (3) a la temperatura apropiada para la realización del procedimiento de la invención.

En una realización particular, la instalación de la invención comprende un depósito de solubilización (1) dotado de unos medios de agitación (no mostrados) con el fin de agitar tanto la fase líquida que comprende el HAPE (3) como
20 la mezcla "producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE-HAPE" con el fin de favorecer la solubilización de la fracción soluble en HAPE de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) y mantener una temperatura uniforme en dicho depósito de solubilización (1).

En otra realización particular, los medios para la entrada del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) y los medios para la entrada de la fase líquida que comprende el HAPE (3) se encuentran en extremos opuestos del depósito de solubilización (1) con el fin de alimentar dichos productos [producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) y HAPE (3)] en contracorriente, de manera que la solubilización de la fracción soluble en HAPE contenida en el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) se produce en contracorriente con respecto al HAPE (3); con el fin de optimizar
30 dicha reacción de solubilización, los medios de salida de la fracción líquida (4) se disponen, preferentemente, en una posición próxima a la alimentación del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2); por tanto, en una realización particular, dicho depósito de solubilización (1) se configura de manera que los medios para la entrada del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) y los medios para la entrada de la fase líquida que comprende el HAPE (3) se encuentren en extremos opuestos del depósito de solubilización (1) y los medios para la salida de la fase líquida (4) del depósito de solubilización (1) se encuentren en el extremo de dicho depósito de solubilización (1) por el que se introduce el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), es decir, en el extremo opuesto al de los medios para la alimentación de la fase líquida que comprende un HAPE (3) a dicho depósito de solubilización (1). Esta disposición es particularmente útil para realizar el procedimiento de la invención en continuo.
40

En una realización particular, cuando la instalación de la invención comprende dos o más depósitos de solubilización (1), conectados entre sí, en cascada, se puede diseñar de modo que se pongan en contacto en los sucesivos depósitos de solubilización (1) el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) cada vez más agotado en dicha fracción soluble en HAPE, con dicho HAPE (3).
45

El depósito de solubilización (1) está provisto de unos medios para la salida de una fase líquida (4) por los que se extrae dicha fase líquida (4), tal como la fase líquida identificada como fase líquida pesada (FLP) en el procedimiento de la invención, lo que permite generar turbulencias que favorecen la solubilización del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2). En una realización particular, dichos medios para la salida de una fase líquida (4) están configurados en forma de orificios; por tanto, en una realización particular, el depósito de solubilización (1) comprende uno o más orificios en su parte inferior, que constituyen unos medios para la salida de una fase líquida (4), por los que se extrae dicha fase líquida, generándose así turbulencias que favorecen la solubilización del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2).
50

Si se desea, la totalidad o parte de dicha fase líquida (4) puede ser recirculada a dicho depósito de solubilización (1) e introducida en dicho depósito en contracorriente respecto a la alimentación del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), por lo que, en ese caso, la instalación de la invención se diseñará de manera que se incluyan unos medios para la recirculación de dicha fase líquida (4) al depósito de solubilización (1), que incluyan su alimentación a dicho depósito, preferentemente en el extremo opuesto al de la entrada del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2).
55
60

En una realización particular, el depósito de solubilización (1) está provisto, además, de unos medios para la salida de una fase sólida (6); esta disposición es particularmente útil cuando el producto sólido a reciclar que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), contiene, además, una fracción insoluble un dicho HAPE y cuando, además, se desea retirar dicha fase sólida (6), por ejemplo, en el caso de los NFU ya que, tras el proceso de solubilización de la fracción soluble en HAPE de dicho NFU, se obtiene una FS que contiene mayoritariamente fibras
65

y mallado de acero, el cual puede ser tratado para su venta como chatarra.

El sistema para transportar o contener dicho producto sólido a reciclar que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) está provisto de unos medios para transportar o contener dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) e introducirlo en dicho depósito de solubilización (1); en general, el diseño de dicho sistema para transportar o contener el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) vendrá determinado por el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE y por el modo de operación del procedimiento de la invención. En el procedimiento reivindicado de la invención, se puede utilizar una cadena dotada de medios para fijar el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), tal como por ejemplo un latiguillo y un mosquetón, o similar, como sistema para transportar el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2).

El sistema para transportar y contener el producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) puede estar provisto, además, de unos medios para retirar la fracción insoluble (6) de los productos sólidos a reciclar, correspondiente a la denominada fase sólida (FS) en el procedimiento de la invención. En una realización particular, los medios para retirar la fracción insoluble del producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) presente en el sistema para el transporte de dicho producto son los mismos que los medios para transportar o contener dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) e introducirlo en dicho depósito de solubilización (1).

La fase gaseosa (FG) (5) procedente del depósito de solubilización (1) puede ser tratada para condensar la fracción de gases condensables (FGC) y separarla de la fracción de gases incondensables (FGI); en este caso, la instalación de la invención también comprende, en una realización particular, un sistema de condensación (7) de una fase gaseosa, tal como un condensador, unos medios que conectan operativamente dicha fase gaseosa a través de los medios para la salida de una fase gaseosa (5) de dicho depósito de solubilización (1) con dicho sistema de condensación (7), el cual está provisto, además, de unos medios para la descarga de la fracción de gases condensables (FGC) y de unos medios para la salida de la fracción de gases incondensables (FGI). En una realización particular, dicha fase gaseosa (5) es evacuada a través de un serpentín sumergido en agua con el fin de que se produzca la condensación de los gases condensables que tengan una temperatura de ebullición superior a 100 °C, obteniéndose de este modo dicho producto denominado "similar a diesel" en esta descripción.

La instalación de la invención, si se desea, puede contener otros equipos con el fin de preparar la fase líquida pesada (FLP) generada; a modo de ejemplo, dicha FLP puede ser sometida a un proceso de gasificación en una instalación apropiada, provista de medios para gasificar dicha FLP y de medios para conectar el depósito de solubilización (1) a través de dichos medios para la salida de una fase líquida (4) al equipo de gasificación. En una realización particular, la instalación de la invención incluye un depósito calefactado provisto de un agitador, que permite almacenar la FLP licuada generada a una temperatura que permita mantener la fluidez del mismo. Además, puede incorporar una bomba para dosificar la cantidad de FLP que se introduce en el gasificador y un intercambiador de calor para asegurar la entrada a la temperatura de diseño seleccionada.

La instalación de la invención contiene, además, las bombas, válvulas, conexiones entre equipos (e.g., tubos, tuberías, etc.), necesarios para la ejecución del procedimiento de tratamiento de productos a reciclar proporcionado por esta invención.

Como puede apreciarse en la Figura 1, un producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), opcionalmente sometido a un pretratamiento previo de acondicionamiento (e.g., lavado, etc.) en un módulo de acondicionamiento (8), es introducido en un depósito de solubilización (1) al que se le alimenta, en contracorriente, una fase líquida que contiene un HAPE (3), previamente calentada tras su paso a través de unos medios para calentar (9) dicha fase líquida que comprende el HAPE (3). Tras la solubilización de la fracción soluble en HAPE contenida en dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), se retiran: (i) una fase líquida (4) que, si se desea, puede ser recirculada, total o parcialmente, al depósito de solubilización (1); (ii) una fase gaseosa (5) que se hace pasar a través de un sistema de condensación (7) de gases para condensar la fracción de gases condensables (FGC) y extraer dicha fracción de gases condensables (FGC) y una fracción de gases incondensables (FGI); y, opcionalmente, (iii) una fase sólida (6).

En una realización particular, cuando el producto a reciclar según la invención (2) es un NFU, el procedimiento de la invención, puesto en práctica en una instalación de la invención, permite obtener:

- una fase líquida (4) que comprende un combustible líquido desgasificado con un elevado contenido energético y una muy baja volatilidad, cuyas características son equiparables a las de un combustible-aceite, que, si se desea, puede ser utilizado en una planta de termoconversión y gasificación con el fin de obtener un gas de síntesis de alto valor energético y un contenido de impurezas mínimo a nivel de trazas;
- un producto líquido ("similar a diesel"), resultante de la condensación de la fracción de gases condensables (FGC) presente en la fase gaseosa (5), cuyas características lo hacen asimilable a un combustible tipo gasóleo o nafta de refino;
- un producto gaseoso, correspondiente a la fracción de gases incondensables (FGI) presente en la fase

- gaseosa (5), asimilable a un gas de petróleo; y
- una fase sólida (6) que, en el caso de un NFU, es mayoritariamente un residuo metálico convertido en subproducto y fácilmente revalorizable para su posterior venta como chatarra.

5 Los siguientes ejemplos ilustran la invención y no deben ser considerados en sentido limitativo del alcance de la misma.

Ejemplo 1

10 Solubilización de NFU

Se realizó este ensayo de solubilización de NFU en discontinuo con el fin de conocer el proceso de solubilización y el rango de parámetros de funcionamiento.

15 Brevemente, en un reactor aislado del calor se pusieron en contacto NFU y un aceite mineral usado (HAPE), cuyas características se mencionan más abajo, en una relación másica aceite:NFU de 6:1 (en un caso) y de 3:1 (en otro caso), a una temperatura comprendida entre 300 °C y 350 °C durante un periodo de tiempo comprendido entre 1 y 1,5 horas (tiempo de operación).

20 El aceite utilizado en este ensayo fue un aceite mineral que contenía la fracción pesada (colas) de la destilación de un aceite mineral usado en plantas de tratamiento de aceites usados de automoción y máquinas industriales, concretamente, un aceite usado industrial con un punto de burbuja o vaporización inicial relativamente alto (T_b : 360-380 °C), que posee un elevado poder calorífico (PCS igual o mayor que 10 000 kcal/kg), bajo contenido en azufre (0,36 %) y trazas de cloro (0,01 %), cuya densidad es de 877,6 kg/m³ (a 40 °C) y cuya viscosidad cinemática es de 100,2 mm²/s (a 40 °C) y disminuye de forma considerable con la temperatura hasta valores cercanos a 1 mm²/s (a 300 °C), que presenta un contenido en compuestos tóxicos inferior a los límites autorizados (PCB menor de 50 ppm, etc.), cumpliendo de este modo los requisitos medioambientales.

30 Operando en las condiciones mencionadas arriba, se observó un aumento en la degradación del NFU cuando se operaba en la parte más alta del intervalo de temperatura y del tiempo de operación. El NFU pasa de ser atacado muy débilmente por el aceite usado a convertirse en una masa semisólida que se disuelve parcialmente. La proporción de NFU disuelto en el aceite puede aumentarse si se sube la temperatura por encima de 350 °C y el tiempo de operación supera las 1-5 horas.

35 Ejemplo 2

Solubilización de NFU mediante una serie de ensayos entrelazados

40 Se realizó este ensayo de solubilización de NFU mediante una serie de ensayos entrelazados para aproximar el funcionamiento a un proceso continuo con el fin, entre otros, de simular el comportamiento del proceso en continuo para conocer su posible implantación en una planta industrial.

45 Para la realización de este ensayo se utilizaron trozos de NFU de 150X150X15 mm aproximadamente y el aceite utilizado en el Ejemplo 1, en una relación másica aceite:NFU de 6:1, a una temperatura comprendida entre 350 °C y 400 °C durante 3 horas (tiempo de operación).

50 Brevemente, el proceso se realiza en tres etapas, simulando un proceso en continuo en contracorriente, donde la corriente de entrada de aceite fresco (menor viscosidad y contenido mínimo de caucho/aditivos en disolución), se mezcla con el NFU ya degradado a fin de completar la etapa de solubilización y agotamiento del caucho en el soporte del NFU. Simultáneamente, a medida que el caucho se disuelve en la fase líquida, la mezcla caucho-aceite va aumentando su viscosidad y concentración de caucho, dificultando la etapa de transferencia de materia en la interfaz caucho-aceite. No obstante, en esta etapa inicial donde el NFU comienza a ser ligeramente atacado y se encuentra en contacto con una fase líquida en su punto de máxima viscosidad/concentración, el mecanismo que gobierna la eficacia del proceso de craqueo-disolución, se basa en realidad en el "esponjamiento" o efecto "swelling" del caucho y la posterior termólisis-solvólisis del mismo. En esta etapa, la temperatura es el factor gobernante del proceso y permite "preparar" el caucho para su posterior disolución con aceite fresco en contracorriente.

60 Operando en estas condiciones se observó que al final del proceso se consigue obtener como residuo sólido el acero del NFU impregnado con una mínima cantidad de aceite, que se puede limpiar totalmente por centrifugado o escurrido; asimismo, el aceite usado en la etapa final contiene un alto contenido de NFU disuelto (50 % aproximadamente), por lo que aumenta mucho su viscosidad y es difícil su manipulación a temperatura ambiente. Al aumentar la temperatura y el tiempo del proceso se produce una mayor degradación del NFU, con lo que aumenta la cantidad de gases totales producidos y recogidos en el depósito de gases condensables.

65

Ejemplo 3

Ensayo con cargas NFU/aceite en una relación másica 1:1, sin agitación mecánica

- 5 Se realizó este ensayo con el fin de analizar los resultados de pruebas de solubilización (craqueo-disolución) de NFU ajustando la cantidad de caucho/aceite en una proporción del 50 % (resto de parámetros de trabajo abiertos y operación con cargas simples) y para estudiar el efecto del tamaño de NFU troceado sobre la eficacia del proceso global de solubilización.
- 10 Para la realización de este ensayo se utilizaron trozos de NFU de 40X40X15 mm aproximadamente y granza de NFU de 2-3 mm, y el aceite utilizado en el Ejemplo 1, en una relación másica aceite:NFU de 1:1, a una temperatura comprendida entre 300 °C y 450 °C durante 3-4 horas (tiempo de operación en régimen estacionario), sin agitación ni cesta para sólidos.
- 15 Brevemente, la carga consiste en un lecho de NFU empapado en aceite (no se emplea cesta), a fin de conseguir una proporción del 50 %. Al no existir turbulencia, se genera un gradiente de temperatura elevado desde la pared hasta el eje axial del recipiente (T pared: 475 °C aproximadamente y T en el centro del depósito de disolución: 250 °C-300 °C aproximadamente). El hecho de que la tapa superior no esté aislada de forma perfecta, facilitando así la condensación parcial y reflujo de vapores/condensados, también contribuye a incrementar el gradiente de temperatura interno.
- 20 Se han realizado dos ensayos:
Ensayo nº 4: empleando granza de NFU de 2 - 3 mm, previamente refinada (sin partículas metálicas, ni material textil) y cribada.
- 25 Ensayo nº 5: empleando NFU troceado en forma de "tabletas" de 40x40X15 obtenido directamente de NFU. Esta última muestra, es representativa del NFU que se va a procesar en una planta ya que contiene alambres, textil, etc., y no ha sido lavado, ni separado/cribado de forma previa.
- 30 Ambos ensayos han sido realizados fijando un tiempo de permanencia de 3 horas (una vez alcanzado el régimen de operación continuo), una temperatura de pared del depósito de licuación de 475 °C (gradiente de temperatura en dirección radial de 475 °C a 290 °C), sin agitación, retirada de un flujo continuo de vapor con una temperatura aproximada de 100 °C - 120 °C, y reflujo de una fracción del vapor producido en forma de condensado ($T_b > 100$ °C - 120 °C).
- 35 Operando en las condiciones mencionadas se consigue disolver perfectamente la granza de NFU y degradar la totalidad de los trozos de NFU. Al aumentar la proporción de aceite/NFU se generan más gases producto de la descomposición del NFU (craqueo), por lo que se obtienen más condensables, que son asimilables a un diesel comercial y más gases incondensables. Estos dos tipos de subproductos son carburantes que se pueden utilizar en quemadores de hornos o calderas, para su aprovechamiento energético, o en motores para trabajo mecánico o producción de electricidad.
- 40

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para el reciclado de un producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 a) poner en contacto dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición con un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) bajo condiciones que permiten solubilizar la fracción de dicho producto soluble en dicho HAPE y generar:
- 10 - una fase líquida pesada (FLP) que comprende los productos en fase líquida resultantes de la solubilización de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE en dicho HAPE; y
- una fase gaseosa (FG) que comprende una fracción de gases condensables y una fracción de gases no condensables; y, opcionalmente,
- 15 - una fase sólida (FS) que comprende la fracción insoluble en dicho HAPE de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en HAPE;
- b) retirar de forma separada cada una de dichas fases FLP, FG y, opcionalmente, FS; y
- c) condensar dicha fase gaseosa (FG) y separar la fracción de gases condensables de la fracción de gases no condensables.
- 20 en el que dicho procedimiento se realiza continuamente para que el procedimiento no se interrumpa para introducir un nuevo producto a reciclar y HAPE en el sistema.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE), se selecciona del grupo formado por neumáticos, materiales plásticos y sus mezclas.
- 25 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) es material plástico o en el que dichos neumáticos se seleccionan del grupo formado por neumáticos usados enteros, neumáticos usados troceados y sus mezclas.
- 30 4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la fracción de gases incondensables obtenidos en la etapa c) se asimila en gas de petróleo.
- 35 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la relación másica de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición y dicho HAPE está entre 60/40 y 40/60.
- 40 6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha FLP se somete a un procedimiento de gasificación.
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) es un disolvente de tipo parafínico u olefínico con un punto de ebullición igual o superior a 250 °C.
- 45 8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición con un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) se pone en contacto con dicho hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) a una temperatura comprendida entre 250 °C y 400 °C.
- 50 9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) se somete a agitación o se circula en contracorriente con respecto al movimiento de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE).
- 55 10. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, la recirculación de la totalidad de dicha FLP.
11. Una instalación para el reciclado de un producto que comprende, al menos, una fracción soluble en un hidrocarburo de alto punto de ebullición (HAPE) mediante un procedimiento según la reivindicación 1, comprendiendo dicha instalación:
- 60 - al menos, un depósito de solubilización (1) provisto de unos medios para la entrada de un producto sólido a reciclar que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), unos medios para la entrada de una fase líquida que comprende un HAPE (3), unos medios para la salida de una fase líquida (4), y unos medios para la salida de una fase gaseosa (5);
- 65 - un sistema para transportar y contener dicho producto sólido a reciclar que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2) provisto de unos medios para transportar y contener dicho producto a reciclar e introducirlo en dicho depósito de solubilización (1);

- unos medios para la alimentación de una fase líquida que comprende un HAPE (3) a dicho depósito de solubilización (1); y
- un sistema para la condensación de una fase gaseosa (7) operativamente conectado a dichos medios para la salida de una fase gaseosa (5).

- 5
12. La instalación según la reivindicación 11, en la que dicho depósito de solubilización (1) está provisto de unos medios de agitación, y/o de uno o más orificios en su parte inferior, y/o de unos medios para retirar la fracción insoluble (6) en HAPE del producto sólido que comprende una fracción soluble en un HAPE.
- 10
13. La instalación según la reivindicación 11, en la que dicho sistema para transportar o contener dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), comprende un cestillo o una cadena provista de unos medios de fijación de dicho producto sólido y, opcionalmente, unos medios para retirar la fracción insoluble (6) en HAPE de dicho producto que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2).
- 15
14. La instalación según la reivindicación 11, en la que dichos medios para la entrada de dicho producto sólido que comprende, al menos, una fracción soluble en un HAPE (2), se encuentran en el extremo opuesto al de los medios para la alimentación de dicha fase líquida que comprende un HAPE (3).
- 20
15. La instalación según la reivindicación 11, en la que dichos medios para la salida de dicha fase líquida (4) se encuentran en el extremo opuesto al de los medios para la alimentación de dicha fase líquida que comprende un HAPE (3).

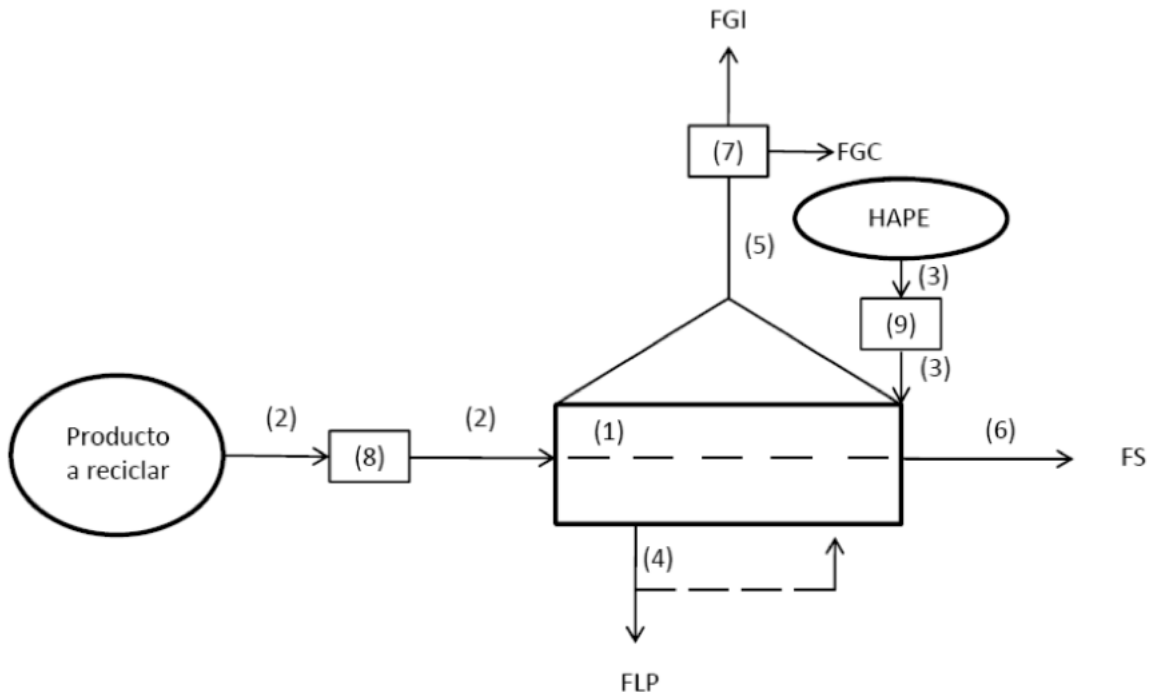


Fig. 1