

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 019**

51 Int. Cl.:
C08J 11/12 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
C21B 5/00 (2006.01)
C10B 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99940539 .2**
96 Fecha de presentación: **27.08.1999**
97 Número de publicación de la solicitud: **1029889**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.08.2000**

54 Título: **PROCESO DE TRATAMIENTO PARA RESINAS O COMPUESTOS ORGÁNICOS, O RESIDUOS PLÁSTICOS QUE LOS CONTIENEN.**

30 Prioridad:
28.08.1998 JP 24406998
13.05.1999 JP 13209199

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.01.2012

73 Titular/es:
Nippon Steel Corporation
6-1, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP

72 Inventor/es:
UEMATSU, Hiroshi;
KONDO, Hirotoshi;
TAKAMATSU, Nobuhiko;
NOMURA, Seiji y
KATO, Kenji

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 019 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

Proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen

5 Campo de la Técnica

Resinas tales como polipropileno, polietileno, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, poli(cloruro de vinilideno) y similares, y compuestos orgánicos como tales como los bifenilos policlorados se eliminan en grandes cantidades cada año como productos residuales industriales o como productos residuales en general recogidos de los hogares. Estas resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, se referirán a continuación mediante el término general "residuos plásticos". La eliminación de residuos plásticos alcanza una cantidad de aproximadamente 4 millones de toneladas al año como productos de desecho industriales, y de aproximadamente 4 millones de toneladas al año como productos residuales en general.

15 La presente invención se refiere a un proceso de tratamiento de reciclaje para residuos plásticos.

Antecedentes de la Técnica

20 La mayoría de los procesos convencionales para el tratamiento de reciclaje de los residuos plásticos incluyen combustión, incineración, y disposición en vertederos. La eliminación por combustión resulta dañina para los incineradores debido a la gran liberación de calor, mientras que los residuos plásticos que contienen cloro presentan el problema de tratar con el cloro en los gases de escape. Los residuos plásticos no se descomponen por los microbios o las bacterias del suelo, y esto ha conducido a la falta de sitios para la disposición en vertedero y un impacto al medio ambiente en aumento. Teniendo en cuenta el medio ambiente, se han tratado de emplear técnicas de reciclaje que no impliquen la incineración o la disposición en vertedero. Los métodos actuales de reciclaje que evitan la incineración incluyen la reutilización como materias primas plásticas y la reutilización de los componentes gaseosos obtenidos mediante la descomposición térmica como combustible o como materias primas químicas.

30 Entre tales métodos de reutilización de los componentes gaseosos obtenidos mediante la descomposición térmica como combustibles o como materias primas químicas ya se conoce un método que utiliza los residuos plásticos como agentes reductores en altos hornos y como parte de un proceso de producción de acero (Publicación de Patente Japonesa Examinada SHO de N° 51-33493) y, recientemente, se han desarrollado una serie de medios para llevar a cabo de forma más eficiente este propósito. (Véase, por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 9-170009, N° 9-137926, N° 9-178130, N° 9-202907, y el Documento de Patente Japonesa de N° 2765535).

40 Para la eliminación de los residuos plásticos en los altos hornos, es necesario tener en cuenta la reducida productividad de los altos hornos debido a la inyección en grandes cantidades de residuos plásticos, y al cloro que inevitablemente, está incluido en los residuos plásticos.

En concreto, cuando se cargan residuos plásticos en un alto horno en más de 10 kg por tonelada de metal caliente producido, existe una pérdida notable de la productividad del arrabio ya que el núcleo del alto horno tiende a desactivarse. Una medida convencional ha sido establecer un límite de 10 kg por tonelada de metal caliente en los altos hornos. El poli(cloruro de vinilo), el poli(cloruro de vinilideno) y los bifenilos policlorados contienen cloro y, por término medio, el cloro se incluye en los residuos plásticos residuales industriales en aproximadamente unas pocas docenas de % en peso y, en los residuos plásticos en general en aproximadamente unas pocas docenas de % en peso; ambos los residuos plásticos industriales y los residuos plásticos en general todavía incluyen cloro en un promedio de unos pocos % en peso incluso después de haber sido sometidos a un tratamiento de separación. Cuando tales residuos plásticos se cargan directamente en un alto horno, los componentes de cloro de los residuos plásticos se convierten a gases en base a cloro tales como cloro y cloruro de hidrógeno mediante la descomposición térmica, lo que provoca problemas tales como la corrosión de la cubierta del alto horno, la corrosión del refrigerador de placas para la refrigeración del alto horno, la corrosión del aparato superior de los gases escape del alto horno y la corrosión de los equipos de generación del alto horno. Por lo tanto, de antemano se eliminan los residuos plásticos que contienen cloro o se eliminan los compuestos de cloro de los residuos plásticos antes de cargarlos en los altos hornos.

Desde hace tiempo se conoce un método de tratamiento de descomposición térmica de los residuos plásticos en hornos de coque como parte de los procesos de producción de acero (Publicación de Patente Japonesa Examinada SHO de N° 49-10321, Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar SHO de N° 9-120682), y recientemente, se han desarrollado una serie de medios para llevar a cabo de manera más eficiente el tratamiento de los residuos plásticos, tales como los métodos de carga que tienen en cuenta la resistencia del coque. (Véase, por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 8-157834). Los hornos de coque son instalaciones para la destilación seca del carbón, y también sirven como plantas de reciclaje que pueden destilar en seco los residuos plásticos para la obtención de gases combustibles, alquitrán y coque.

65

Al igual que ocurre con el tratamiento en los altos hornos, cuando se procesan residuos plásticos en los hornos de coque, es necesario considerar la reducción en la productividad del horno de coque debido a los residuos plásticos, y al cloro que inevitablemente se incluye en los residuos plásticos.

5 En las circunstancias actuales cuando en un horno de coque se cargan los residuos plásticos en una mezcla con carbón, la calidad del coque se reduce drásticamente con una carga de más de 10 kg por tonelada de carbón. Por lo tanto, mientras que teóricamente debería ser posible procesar 10 kg por tonelada de carbón en un horno de coque, cuando los residuos plásticos que inevitablemente incluyen cloro en aproximadamente 3–5 % en peso se cargan directamente en un horno de coque el cloro puede permanecer en el coque, lo que no sólo tiene como resultado las preocupaciones de la corrosión de las tuberías de los gases de escape por los gases en base a cloro producidos mediante la descomposición térmica, sino que también preocupa la inclusión del gas en base a cloro en el alquitrán y en los subproductos gaseosos del horno de coque; para la carga de los residuos plásticos en los hornos de coque, por lo tanto, generalmente es necesario eliminar primero los componentes de cloro mediante descomposición térmica antes de la carga, tal como se describe en la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 7-216361, o eliminar primero las resinas en base a cloro mediante separación por gravedad o similar previa a la carga de los residuos plásticos en el horno de coque, tal como se describe en la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 8-259955, razones por las que no se ha intentado en la práctica el tratamiento en hornos de coque.

20 En los métodos que usan residuos plásticos como agentes reductores en los altos hornos como parte del proceso de producción de acero existe un límite a la cantidad de residuos plásticos que se puede inyectar en un alto horno a través de la tobera, y en consideración a la productividad reducida de los altos hornos, ya que la productividad media es aproximadamente 2 t/d/m³, incluso en un alto horno de gran tamaño con un volumen de 4.000 m³, no es posible procesar más de 30.000 toneladas de residuos plásticos al año, incluso con la inyección máxima en el alto horno, y esto hace que sea imposible satisfacer las demandas sociales para el reciclaje de grandes volúmenes de residuos plásticos que se desechan cada año. Además, la eliminación previa de los residuos plásticos que contienen cloro o la eliminación de los componentes de cloro en los residuos plásticos ha complicado el procedimiento, lo que tiene como resultado unos costes aumentados de tratamiento. Los residuos plásticos recogidos en las ciudades normalmente contienen aproximadamente 3 - 5 % en peso de componentes de cloro después del tratamiento previo mediante separación magnética, separación del aluminio, y similares. Esto se debe principalmente al 6 - 10 % en peso del poli(cloruro de vinilo) contenido en los residuos plásticos. Por lo general la corrosión de los altos hornos por el gas en base a cloro se produce a menos que el contenido en cloro se reduzca a menos del 0,5 % en peso. Por lo tanto, se emplean métodos para eliminar de antemano los componentes de cloro como gas en base a cloro mediante calentamiento a aproximadamente 300 °C, o separando los plásticos ligeros de los plásticos pesados mediante separación por gravedad usando un separador centrífugo, por ejemplo, y cargando sólo los plásticos ligeros con bajos contenidos de cloro en el alto horno. Sin embargo, esto no se ha empleado de forma importante debido al extremadamente alto coste de la dechloración de todos los residuos plásticos recogidos con aparatos de dechloración y a la dificultad técnica de la dechloración desde 3 - 5 % en peso a 0,5 % en peso. En su lugar, es más común emplear el método de separar los plásticos ligeros de los plásticos pesados mediante separación por gravedad usando un separador centrífugo, por ejemplo, y cargando sólo los plásticos ligeros con bajo contenido en cloro en el alto horno. Sin embargo, este método también ha presentado algunos problemas. Estos se explicarán usando un separador centrífugo como en un ejemplo. Es imposible lograr la separación ideal de 100 kg de residuos plásticos con la materia extraña eliminada (que contienen 10 kg de cloruro de vinilo y 5 kg de cloro en peso) con un separador centrífugo, es decir, para obtener 90 kg de materia con un 0 % de contenido en cloro como la parte ligera y 10 kg de materia con un contenido en cloro del 50 % como la parte pesada (el contenido en cloro del poli(cloruro de vinilo) es de aproximadamente 57 % en peso). En el momento actual, sólo es posible obtener 50 kg de materia con un contenido en cloro de 0,5 % como la parte ligera y 50 kg de materia con un contenido en cloro de 9,5 % como la parte pesada o, incluso bajo las condiciones más idóneas, separar 70 kg de materia con un contenido en cloro de 0,5 % como la parte ligera y 30 kg de materia con un contenido en cloro de 15,5 % como la parte pesada. En este caso, los residuos plásticos que contienen cloro en 9,5 - 15,5 % en peso no se pueden dechlorar de forma adicional hasta un contenido en cloro de 0,5 % en peso o menos, y los residuos plásticos pesados separados (correspondientes al 30 - 50 % de los residuos plásticos antes de la separación) se tratan como residuos y se tienen que eliminar por disposición en vertedero, por ejemplo. El tratamiento como residuo no sólo incurre en los costes de tratamiento de aproximadamente 30.000 yenes por tonelada de residuos sino que también destaca la baja eficiencia del reciclaje de los residuos plásticos, de tal manera que este método de reciclaje no cumple con las demandas sociales para el reciclaje.

60 Como se mencionó anteriormente, se reconoce que el método de utilizar residuos plásticos en hornos de coque como parte del proceso de producción del acero requiere la eliminación de los componentes de cloro mediante descomposición térmica antes de su carga, o requiere la eliminación de las resinas en base a cloro mediante separación por gravedad o similar, previa a la carga de los residuos plásticos en el horno de coque, y por lo tanto el tratamiento en los hornos de coque no se ha llevado a cabo de una manera práctica. Como se explicó anteriormente, la eliminación previa de los componentes de cloro es un problema para el reciclaje de los residuos plásticos en los altos hornos debido a los elevados costes de la dechloración, al elevado coste del tratamiento de los

residuos plásticos pesados, y a la baja eficiencia del reciclaje, que son problemas que han impedido la aplicación de este método.

5 Aún con la eliminación de los componentes de cloro antes de la carga y la máxima cantidad de carga posible de residuos plásticos en un horno de coque con 100 cámaras, no es posible procesar más de 10.000 toneladas al año, que es un volumen que no puede cumplir con las demandas sociales de reciclaje de los residuos plásticos que se desechan en grandes cantidades cada año.

10 **Descripción de la Invención**

10 La presente invención proporciona un medio para resolver estos problemas de la técnica anterior y, en concreto, no sólo proporciona un método de reciclaje de residuos plásticos en forma de gas, alquitrán y coque mediante el aumento de la capacidad de tratamiento de los residuos plásticos de los altos hornos convencionales en términos de capacidad de tratamiento en la etapa de fabricación del hierro de la producción del acero sin la inversión en costoso equipamiento para la etapa de fabricación de hierro, sino que también proporciona un proceso de tratamiento que puede lograr una mayor eficiencia de reciclaje para los residuos plásticos, reduciendo o eliminando la carga de la etapa previa de dechloración que ha sido indispensable de acuerdo con la técnica anterior. La esencia de este método se basa en un proceso que implica la carga de los residuos plásticos a un horno de descomposición térmica sin la eliminación previa de los componentes de cloro, y poner en contacto el gas descompuesto térmicamente que contiene al gas en base a cloro con agua amoniacal, en combinación con el tratamiento de los residuos plásticos en un alto horno. Se puede emplear convenientemente un horno de coque como horno de descomposición térmica ya que se puede utilizar el agua amoniacal producida a partir del carbón. Sin embargo, la presente invención no se limita a los hornos de coque y se puede llevar a cabo con cualquier horno de descomposición térmica, fuente de amoníaco, y alto horno. Los presentes inventores han descubierto las tres siguientes realizaciones en las que se usa un horno de coque como el horno de descomposición térmica.

15 La primera realización es un método por el cual los residuos plásticos que contienen componentes de cloro se dividen en partes de componentes de alto nivel y de bajo nivel mediante separación por gravedad, por ejemplo, y la parte de componentes de alto nivel de cloro se carga en un horno de coque para su tratamiento de descomposición térmica mientras que los residuos plásticos de componentes de bajo nivel de cloro se cargan en un alto horno para su tratamiento de descomposición térmica (Figura 3A).

20 La segunda realización es un método por el cual se somete a una parte de los residuos plásticos a un tratamiento previo de dechloración antes de cargarla en un alto horno y una parte o la totalidad del resto se carga en un horno de coque sin tratamiento previo de dechloración (Figura 3B).

25 La tercera realización es un método por el cual los residuos plásticos, sin la eliminación previa de los componentes de cloro, se cargan en un alto horno en un intervalo aceptable de concentración de cloro para su tratamiento, y una parte o la totalidad del resto se carga en un horno de coque para su tratamiento, también sin la eliminación previa de los componentes de cloro (Fig. 3C).

30 **Breve Descripción de los Dibujos**

35 La Figura 1 es un diagrama de flujo para un proceso de tratamiento de residuos plásticos de acuerdo con la invención. En la Figura 1, 1 es un aparato de clasificación de residuos plásticos, 2 es un horno de coque, 3 es un alto horno, 4 es un volumen de residuos plásticos que contienen cloruro de vinilo, 5 es un volumen de residuos plásticos que contienen una gran cantidad de cloruro de vinilo, 6 es un volumen de residuos plásticos que contienen una pequeña cantidad de cloruro de vinilo, 7 es el gas del horno de coque, 8 es el coque, 9 es el gas del alto horno y 10 es el metal caliente.

40 La Figura 2 es una ilustración que muestra el flujo de material durante la operación de un proceso de arrabio - residuos plásticos (altos hornos, horno de coque).

45 Las figuras 3A-3C son ilustraciones que muestran las realizaciones de un tratamiento específico de acuerdo con la invención.

50 **Modos de Llevar a Cabo la Invención**

55 Los actuales inventores descubrieron por primera vez que un proceso de poner en contacto agua amoniacal con el gas en base a cloro generado durante la descomposición térmica de los residuos plásticos en un horno de descomposición térmica es muy económico. También se encontró que se puede emplear un horno de coque en una etapa de fabricación de hierro para la producción de acero como el horno de descomposición térmica, en cuyo caso no hay necesidad de separar de antemano los componentes de cloro de los residuos plásticos. Además, se encontró que la combinación de un alto horno con un horno de coque permite el tratamiento de los residuos plásticos que debe alcanzarse en el alto horno sin tratamiento previo de dechloración (Figura 3A), lo que permite ahorros en los

costes totales de la decoloración (Figura 3B) o reducir el problema de la corrosión por el cloro en el alto horno (Figura 3C).

5 En primer lugar, los presentes inventores investigaron diligentemente la destilación seca de los residuos plásticos que contienen componentes de cloro en los hornos de coque. Debido a la destilación seca del carbón en la cámara de carbonización de un horno de coque, el gas de coque generado incluye agua y amoníaco, además de los componentes de alquitrán, y después de que se ha descargado el gas del horno de coque del horno de coque entonces se enfría mediante lavado con licor de amoníaco (agua amoniacal-carbonosa de recirculación y de retención); entonces se separa en alquitrán y gas de horno coque como gas combustible, mientras que el agua y el amoníaco en el gas del horno de coque se convierten en agua amoniacal y se usa para la circulación. Los presentes inventores por lo tanto, consideraron que en el caso de un horno de coque, la presencia de amoníaco en el gas del horno de coque permitiría a cualquier gas que contiene cloro producido por descomposición térmica se neutralizase a inofensivo cloruro de amonio, y por lo tanto llevaron a cabo la siguiente detallada investigación.

10 15 Los componentes de cloro en la resina o en la materia orgánica se descomponen a 250 - 1.300 °C durante la destilación seca en la cámara de carbonización de un horno de coque, pero éstos todavía pueden permanecer en el coque como materia inorgánica. Sin embargo, se ha confirmado que cuando los plásticos que contienen cloro se destilan en seco junto con el carbón, más del 90 % de los componentes de cloro migran a la fase vapor, mientras que no más del 10 % permanece en el carbón como residuo.

20 Cuando el gas en base a cloro está en la cámara de carbonización, éste puede escaparse durante la descarga de la torta de coque, pero se ha confirmado que el gas en base a cloro que ha migrado a la fase de vapor asciende por la cámara de carbonización del coque horno, hasta alcanzar el espacio superior situado por encima del carbón que se ha cargado y que sufre la destilación seca en la atmósfera de 1.100 °C, durante la descarga de la torta de coque por lo que prácticamente no se queda nada en el horno.

25 El gas en base a cloro generado mediante la descomposición térmica de los plásticos que contienen cloro es un gas corrosivo, y si se descarga directamente a través del sistema de descarga como cloruro de hidrógeno, por ejemplo, plantea un problema de corrosión en las tuberías del sistema de descarga; sin embargo, una diligente investigación de los presentes inventores ha demostrado que, sorprendentemente, cuando el gas que es una mezcla de gas en base a cloro y de gas de horno de coque con contiene amoníaco se dirige a una curva a través de la conducción ascendente del horno de coque y se enfría a aproximadamente 80 °C mediante el lavado con agua de refrigeración (agua amoniacal), la mayoría de los gases en base a cloro que se incluyen en este gas se capturan de forma que el gas de horno de coque lavado no contiene prácticamente cloro.

30 35 Esto ocurre porque el amoníaco derivado del carbón y el gas en base a cloro se disuelven en el agua amoniacal en forma de cloruro de amonio debido al lavado, y de ese modo se separan del gas del horno de coque.

40 Aunque el agua amoniacal contiene alquitrán, éste se separa mediante decantación, y el agua amoniacal separada y libre del componente de alquitrán normalmente se almacena temporalmente en un tanque de agua amoniacal y se descarga del sistema a aproximadamente 100 - 200 kg de agua amoniacal por tonelada de coque, mientras que el resto se reutiliza para el lavado. La repetición de este procedimiento acumulará cloruro de amonio en el agua amoniacal, lo que genera una incertidumbre ya que en algún momento se superará la solubilidad. El agua amoniacal usada para el lavado contiene cloruro de amonio residual captado por el lavado anterior, pero la humedad liberada por el carbón mediante la carbonización del carbón es tanto como 100 - 200 kg (aproximadamente 5.500 - 11.000 mol) por tonelada de coque. Esto se debe a que el carbón originalmente contiene aproximadamente 9 % de humedad, mientras que la humedad aumenta en otro 3 % debido otras reacciones. Por ejemplo, suponiendo que se liberan 160 kg de agua en el curso de la producción de una tonelada de coque, y dado que la solubilidad del cloruro de amonio es "37,2 g/100 g de agua a 20 °C", el cálculo a partir del peso atómico del cloruro de amonio, 53,4, da un límite permisible de aproximadamente de 1.100 mol (= $160.000 \times 0,372 / 53,4$) de cloruro de amonio por tonelada de coque. Cuando se añaden 10 kg de plásticos que contienen cloro a una tonelada de carbón, lo que se corresponde al 1 % de la cantidad de carbón, aún sí la mitad del peso es poli(cloruro de vinilo), el cloro generado es aproximadamente 80 moles (80 moles en términos de HCl, 40 moles en términos de Cl₂), y la humedad generada cuando se destila en seco el carbón es una cantidad suficiente para permitir que el cloro generado a partir de los plásticos que contienen cloro se disuelva en el agua como cloruro de amonio. Por lo tanto, no existe riesgo de saturación del agua amoniacal de lavado con cloruro de amonio.

50 55 De ese modo, los presentes inventores estudiaron cuidadosamente primero la destilación seca de los residuos plásticos que contienen cloro en los hornos de coque, y se encontró que (1), aún cuando las resinas o los compuestos orgánicos que contienen cloro se destilan en seco con el carbón en un horno de coque prácticamente no existen residuos de los mismos en el coque, (2) cuando la destilación seca se lleva a cabo a 250 - 1.300 °C el cloro migra a la fase de vapor, (3) la mayor parte del cloro que ha migrado a la fase de vapor se captura en el agua amoniacal como cloruro de amonio durante el lavado con agua amoniacal, y (4), incluso cuando se hace circular el agua amoniacal, el aumento del agua generada durante la destilación seca del carbón evita la saturación del agua amoniacal de lavado con el cloruro de amonio; y como resultado, se encontró que, incluso sin la eliminación previa

de los componentes de cloro de los residuos plásticos que contienen cloro, el gas que contiene cloro generado durante el proceso de descomposición térmica se puede neutralizar sin requerir algunas etapas especiales de tratamiento en los hornos de coque que se usan en la etapa de fabricación del hierro de la producción del acero.

5 Los inventores se centraron entonces en un proceso de tratamiento que permitía mejorar la eficiencia del reciclaje aumentando del volumen de tratamiento de los residuos plásticos en los procesos de producción de acero y reduciendo o eliminando la carga de las etapas previas de cloración para los residuos plásticos que han sido esenciales de acuerdo con la técnica anterior. Esto es muy importante, ya que se corresponde a una gama más amplia de tipos de residuos plásticos que se pueden usar para la fabricación del hierro y a una mejor estabilidad de producción para la fabricación del hierro.

10 Con la operación normal en un alto horno, se incluyen aproximadamente 300 g de cloro por tonelada de metal caliente en las materias primas, es decir, los minerales sinterizado, el coque y el carbón pulverizado inyectado desde la tobera; sin embargo, si se aumenta drásticamente este volumen esto causará problemas tales como la corrosión de la carcasa del alto horno, del refrigerador de placas, del canal superior de los gases de escape y del equipo de generación del alto horno. Cuando se inyectan residuos plásticos a través de la tobera a razón de 10 kg por tonelada de metal caliente, los problemas de corrosión serán significativos a menos que se reduzca el contenido en cloro a por debajo del 0,5 %.

15 Los presentes inventores entonces encontraron que combinando los residuos plásticos pre-clasificados de acuerdo con el contenido en cloro, el tratamiento en un horno de coque para el que se encuentra que la cloración previa es innecesaria, y el tratamiento en un alto horno que tiene restricciones a la entrada de cloro, es posible no sólo aumentar el volumen de tratamiento de residuos plásticos en los procesos de producción del acero, sino que también se elimina la etapa previa de cloración para los residuos plásticos que ha sido esencial con la técnica anterior, y que los residuos plásticos de alto contenido en cloro que hasta ahora se enviaban a vertedero se pueden de ese modo reciclar hacia una mayor eficiencia de reciclaje.

20 En otras palabras, clasificando los residuos plásticos recogidos en partes de alto contenido en cloro y de bajo contenido en cloro, reciclando la parte de bajo contenido, preferentemente con un contenido en cloro de menos de 0,5 %, como un agente reductor en un alto horno, y sometiendo a la parte de alto contenido en cloro al tratamiento de destilación seca en un horno de coque sin la eliminación previa de los componentes de cloro, es posible eliminar la muy costosa etapa de cloración, aliviar la carga de cloro en el alto horno, aumentar la capacidad de tratamiento, y mejorar la eficiencia del reciclaje. De acuerdo con la invención descubierta por los presentes inventores, se proporciona un método para el tratamiento de reciclaje que es muy económico y práctico en los casos de residuos plásticos recogidos con contenidos de cloro muy superiores a lo esperado.

25 Los presentes inventores además encontraron que combinando un tratamiento en un horno de coque para el que se encontró que la etapa previa de cloración es innecesaria con el tratamiento en un alto horno que tiene restricciones a la entrada de cloro, es posible aumentar el volumen de tratamiento de residuos plásticos en los procesos de producción de acero. Es decir, mediante el tratamiento de un volumen tratable en un alto horno y el tratamiento del resto en un horno de coque en función de las condiciones de la recogida, o mediante el tratamiento de un volumen tratable en un horno de coque y tratando el resto en un alto horno en función de las condiciones de recogida, no sólo es posible aumentar el volumen de tratamiento del reciclaje y la eficiencia del reciclaje para los residuos plásticos, sino que también cuando la producción ya sea en un alto horno o en un horno de coque no sea estable, se puede reducir el volumen de tratamiento de los residuos plásticos en el horno o estufa con la producción inestable y aumentar el volumen de tratamiento de reciclaje del otro para de ese modo contribuir a una mayor estabilidad de la producción. El empleo de este método se explicará usando como ejemplo un alto horno que produce 3 millones de toneladas de metal caliente al año (aproximadamente 4.000 m³, productividad: aproximadamente 2 t/d/m³). En este caso, el coque requerido es aproximadamente 1,2 millones de toneladas, y teniendo en cuenta la calidad del coque, es posible tratar 12.000 toneladas de residuos plásticos asumiendo que se tratan 10 kg de residuos plásticos por tonelada de coque. Mediante un tratamiento adicional de 10 kg de residuos plásticos por cada tonelada de metal caliente en el horno alto, el volumen máximo tratable es un total de 42.000 toneladas, por lo que se puede lograr un aumento drástico en el volumen de tratamiento.

30 Además, como resultado de investigar las condiciones permisibles para el cloro en los altos hornos, los presentes inventores han descubierto un proceso de tratamiento que puede lograr mayores volúmenes de tratamiento en los procesos de fabricación del hierro, sin la eliminación previa de los componentes de cloro en los residuos plásticos recogidos y sin emplear una etapa de clasificación de los plásticos de acuerdo con el contenido en cloro, tal como mediante la separación por gravedad o similar.

35 Los residuos plásticos separados y recogidos de los hogares tienen un contenido en cloro de 5 - 10 % en peso en términos de cloro. Incluso después de la clasificación con aire para eliminar otras sustancias después de la recogida, el contenido en cloro sigue siendo aproximadamente 3 %. Convencionalmente, en consideración a la corrosión de los altos hornos cuando se inyectan 10 kg de residuos plásticos a través de la tobera por tonelada de metal caliente, es necesario llevar a cabo el tratamiento previo de cloración para reducir el contenido en cloro a

aproximadamente 0,5 % en peso. La investigación realizada por los presentes inventores ha revelado, sin embargo, que el problema de la corrosión del alto horno no es un problema del contenido de cloro de los residuos plásticos tratados en el alto horno, sino más bien es un problema de la entrada total de cloro por tonelada de metal caliente. Se encontró que con el funcionamiento normal en un alto horno, se incluyen aproximadamente 300 g de cloro por tonelada de metal caliente en las materias primas, es decir, minerales sinterizados, coque y carbón pulverizado, inyectadas desde la tobera, así que el problema de la corrosión es notorio cuando se exceden aproximadamente 350 g por tonelada de metal caliente. De ese modo, se encontró que mientras el contenido en cloro se debe reducir al 0,5 % mediante la dechloración previa cuando se inyectan 10 kg desde la tobera por tonelada de metal caliente, la dechloración previa de los residuos plásticos con un contenido en cloro de aproximadamente 3 % en peso no es necesaria si no se cargan y se tratan en el alto horno más de 1,7 kg de residuos plásticos por tonelada de metal caliente. Esto significa que es posible ahorrar la cantidad de 1 a 2 mil millones yenes en la inversión en el equipo de dechloración previa requerido para la dechloración previa de aproximadamente 30.000 toneladas de residuos plásticos, proporcionando de ese modo un considerable beneficio económico.

Sin embargo, aunque este método permite que se elimine la dechloración, el límite de un máximo de 5.000 toneladas que pueden ser tratadas por un alto horno al año no es un volumen suficiente de tratamiento para tratar las 1.500 toneladas de residuos plásticos producidos al año por cada 100.000 personas.

Aquí, los presentes inventores han descubierto un proceso de tratamiento en donde el límite máximo se sitúa en el volumen de carga del alto horno cuando no se lleva a cabo un tratamiento previo de dechloración, y éste se combina con el tratamiento en un horno de coque para el que se encontró que el tratamiento previo de dechloración era innecesario, por lo que es posible eliminar la etapa previa de dechloración requerida para los residuos plásticos según la técnica anterior, y para aumentar los volúmenes de tratamiento en el proceso de fabricación del hierro sin emplear una etapa de separar los plásticos de acuerdo con el contenido en cloro mediante la separación por gravedad o similar.

Teniendo en cuenta la calidad del coque, el límite actual para el tratamiento de residuos plásticos es de 10 kg por tonelada de coque. En este caso, son necesarias con un alto horno aproximadamente 1,2 millones de toneladas de coque para producir 3 millones de toneladas de metal caliente al año, y por lo tanto, se pueden tratar 12.000 toneladas de residuos plásticos. Con unas 5.000 toneladas adicionales como la cantidad que se puede tratar con un alto horno que produce 3 millones de toneladas de metal caliente al año (aproximadamente 4.000 m³, productividad: aproximadamente 2 t/d/m³), se pueden reciclar un total de hasta 17.000 toneladas de residuos plásticos.

Los presentes inventores han logrado la presente invención en base a la investigación antes mencionada. La esencia de la invención es la siguiente.

(1) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, caracterizado por tratar de una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen en un alto horno como agentes reductores, someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica y poner el gas en base a cloro generado por el tratamiento de descomposición térmica en contacto con agua amoniacal;

(2) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen de acuerdo con (1), caracterizado porque el agua amoniacal se genera durante la destilación seca del carbón;

(3) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, de acuerdo con (1) ó (2) caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen, en un alto horno como agentes reductores, y someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque;

(4) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, de acuerdo con (3) caracterizado por separar las resinas o los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen, en una parte de alto contenido en cloro y en una parte de bajo contenido, tratar la parte de bajo contenido en cloro en un alto horno y someter a la parte de alto contenido en cloro a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque;

(5) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen de acuerdo con (4), caracterizado por separar las resinas o los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen en una parte de alto contenido en cloro y en una parte de bajo contenido en cloro mediante separación por gravedad;

(6) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, de acuerdo con (4) ó (5) caracterizado por separar las resinas o los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen en una parte con un contenido medio de cloro de 0,5 % en peso o más y en una parte con un contenido medio en cloro de menos de 0,5 % en peso, tratar la parte con un contenido medio en cloro de menos de

0,5 % en peso en un alto horno y someter a la parte con un contenido medio en cloro de 0,5 % en peso o más a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque;

5 (7) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, de acuerdo con (3) caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen en un alto horno como agentes reductores después del tratamiento previo de dechloración, y someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque sin tratamiento previo de dechloración;

10 (8) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen de acuerdo con (7), caracterizado por el tratamiento de una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen en un alto horno como agentes reductores después del tratamiento previo de dechloración a un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso;

15 (9) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen de acuerdo con (8), caracterizado porque la parte de las resinas, de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen que ha sido sometida a un tratamiento previo de dechloración a un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso se trata en el alto horno en una cantidad de 0,5 - 10 kg por tonelada de metal caliente;

20 (10) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, de acuerdo con (3) caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen, en un alto horno como agentes reductores sin la eliminación previa de los componentes de cloro, y someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque sin la eliminación previa de los componentes de cloro;

25 (11) Un proceso de tratamiento para resinas y compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, de acuerdo con (10), caracterizado porque las resinas, los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen, se tratan en el alto horno como agentes reductores sin la eliminación previa de los componentes de cloro, a un mínimo de 0.5 kg por tonelada de metal caliente y a un máximo de volumen de tratamiento en alto horno que refleja el límite permitido de cloro;

30 (12) Un proceso de tratamiento para resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, de acuerdo con (11), caracterizado porque al menos 0,5 kg y no más de 1,7 kg de las resinas, o de los compuestos orgánicos que los contienen, se tratan en el alto horno por tonelada de metal caliente, sin la eliminación previa de los componentes de cloro.

35 De acuerdo con la invención, se proporciona un efecto por el cual incluso en los casos de producción inestable en las plantas de reciclaje para determinadas cantidades de residuos plásticos recogidos, es posible llevar a cabo el reciclaje en un sistema separado y así lograr un tratamiento estabilizado.

40 De acuerdo con la invención también es posible llevar a cabo el tratamiento sin una eficiencia reducida de reciclaje, incluso cuando varía el contenido en cloro de los residuos plásticos recogidos. Es decir, es posible reciclar los residuos plásticos pesados que contienen cloro para los que hasta ahora se manejaban como residuos para su disposición en vertedero.

45 También se puede lograr una mejora drástica en la eficiencia del reciclaje y en el volumen de reciclaje también se puede lograr en comparación con el tratamiento convencional de reciclaje de residuos plásticos únicamente en los altos hornos durante los procesos de fabricación de hierro.

50 Es posible llevar a cabo el reciclaje de los materiales hasta ahora residuos plásticos no reciclables usando los mismos como agentes reductores o como alquitrán, gas, y similares. La mayoría de los residuos plásticos que se descomponen térmicamente en el horno de coque se convierten en gases de descomposición, reductores y de elevado poder calorífico tales como metano, etano y propano, y se incluyen en el gas del horno de coque y se recogen para su reutilización como fuente de energía. El resto de los componentes de carbono se reutilizan en el

55 alto horno como parte del coque. En la Figura 2 se ilustra una visión general del reciclaje de acuerdo con la presente invención.

60 Como se muestra en la Figura 2, los productos plásticos tales como envases y embalajes se usan en los hogares, y los residuos plásticos generados se reciben después de someterlos a un tratamiento previo, tales como eliminación de la materia extraña, tratamiento para la reducción del volumen, dechloración, granulación, etc., y una parte del material almacenado se trata de un alto horno de acuerdo con la invención después de someterlo a tratamiento previo de materias primas para altos hornos. El metal caliente producido por el alto horno se somete a un tratamiento tal como decapado, laminado, chapado, pintado, etc. y luego se suministra para su uso en edificios, puentes, aparatos electrodomésticos, máquinas de oficina y similares. La escoria de alto horno generada por el alto

65 horno se usa como escoria granulada o como escoria de enfriamiento lento para materiales de construcción de alto

rendimiento, fibras de cerámica, cemento, carreteras, y similares. El gas de alto horno (BFG, del inglés Blast Furnance Gas) se utiliza en el horno de coque. Una parte de los residuos plásticos tratados previamente se somete a un tratamiento previo de materias primas de coque de la misma manera que el carbón recibido en el almacenamiento, y se lleva a cabo el tratamiento de destilación seca (coquización) en el horno de coque para producir coque. El coque se usa entonces en el alto horno. El alquitrán, aceite ligero, BTX, fenol, naftaleno, etc. generados y convertidos a aceite en el horno de coque se utiliza en fábricas de productos químicos para hidrógeno, amoníaco, fibras de carbono, etileno y otros productos químicos básicos, y resinas sintéticas, pinturas, y similares, y se usa en la producción desde materias primas plásticas a artículos de plástico, para su uso circulante como productos de plástico en los hogares y en otros lugares. El gas de horno de coque (COG, del inglés Coke Oven Gas) como un producto gaseoso procedente del horno de coque se hace pasar a través de una refinería de gas y se usa en las plantas generadoras de energía y para el refinado del arrabio, mientras que la modificación a metanol o similares permitirá su reutilización para la producción de sulfato de amonio e hidrógeno, amoníaco, fibras de carbono, etileno, etc., en las fábricas de productos químicos.

En primer lugar se explica un proceso para el tratamiento de los residuos plásticos como agentes reductores en un alto horno. Los residuos plásticos industriales se distinguen por su constitución como aquellos plásticos que incluyen o no cloro o materias extrañas, y estos se recogen por empresas de eliminación por separado. Los tamaños y formas se pueden seleccionar para la recogida en función de la capacidad de aceptación de la instalación.

En el caso de los residuos plásticos en general que consisten en basura de plástico y basura incombustible que se separan para su eliminación en los hogares, se hace una recogida preliminar por el órgano gubernamental local. El material recogido en el depósito del órgano gubernamental local se transporta a la planta de tratamiento de una empresa privada a cuyos trabajadores se les ha confiado el reciclaje de la basura de plástico. La distinción en función de los tipos de materiales plásticos y otras materias extrañas no es posible en este punto del proceso de recogida.

El residuo plástico industrial y el residuo plástico en general que se ha transportado a la planta de tratamiento privada se somete entonces a tratamiento previo para convertirlo a una forma conveniente para su carga en un alto horno.

En el caso de residuos plásticos industriales que consisten en residuos plásticos sólidos que no contienen cloro, se los somete a pulverización / eliminación de materias extrañas / pulverización fina (a menos de aproximadamente 10 mm) y entonces se granulan para su uso en un alto horno. Cuando contienen cloro, se separan en plásticos de alto contenido en cloro y en plásticos de bajo contenido en cloro mediante separación con un separador de gravedad, utilizando la diferencia de pesos específicos después de la pulverización fina. (1 ó más para los plásticos que contienen cloro, menos de 1 para PE, PP, PS, etc., que no contienen cloro). Una vez que la separación ha logrado un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso para los plásticos de bajo contenido en cloro, éstos se granulan para su uso en el alto horno. Mientras tanto, los plásticos con alto contenido en cloro que hasta ahora se habían destinado a su disposición en vertedero se granulan a 10 - 70 mm y se tratan en un horno de coque, permitiendo de ese modo el reciclaje de casi el 100 % de los residuos plásticos con materia extraña eliminada, sin afectar al rendimiento del separador por gravedad.

En el caso de los residuos plásticos en general, el contenido de materia extraña difiere considerablemente en función del modo de recogida para cada región, pero la composición típica del plástico separado comprende un 75 % de materia combustible que en su mayoría es plástico (de los cuales el cloro constituye 5 - 10 %), 5 % de metal magnético, 2 % de aluminio, 8 % de vidrio y de otras sustancias inorgánicas (de las cuales el 5 % es la parte inorgánica en el material combustible) y 10 % de agua. Esto se debe hacer pasar a través de las etapas de desgarrado de la bolsa, separación magnética, eliminación de la materia extraña, pulverización fina, separación por gravedad, deshidratación, secado y granulación con el fin de alcanzar las especificaciones de granulación para los agentes reductores de los altos hornos que requieren un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso y un contenido de cenizas de menos de 5 %. Aunque dependerá del rendimiento del separador por gravedad en particular, aproximadamente 50 - 70 % en peso de los plásticos finamente pulverizados (con una forma amorfa de aproximadamente 10 - 20 mm) cargados en el separador por gravedad se separarán como plásticos adecuados como agentes reductores para alto horno (contenido en cloro: < 0,5 %).

La declaración que da un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso para residuos plásticos inyectados desde la tobera de un alto horno sin usar la separación por gravedad se puede lograr mediante un proceso bien conocido de calentar a aproximadamente 300 °C en una amasadora doble de resina (por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 8-120285).

Debido a los posibles problemas de corrosión del sistema del horno y del sistema de los gases de escape por el cloruro de hidrógeno cuando se aumenta la entrada de cloro a partir de los aumentos de combustible crudo en el alto horno, y la consecuente inhibición de la reacción del horno, es necesario limitar la aumentada inclusión del cloro con los residuos plásticos tratados a aproximadamente 50 g por tonelada de metal caliente, y por lo tanto, es necesario llevar a cabo la separación por gravedad y la declaración descritas anteriormente; sin embargo, cuando se inyectan

aproximadamente 1,7 kg de residuos plásticos por tonelada de metal caliente (10/6) en un alto horno, el cloro cae a aproximadamente un 3 % debido a la clasificación después de la recogida, y por lo tanto no siempre es necesario el tratamiento de dechloración.

5 Los residuos plásticos se inyectan a través de la tobera del alto horno debido a razones tales como la alta temperatura de la parte superior del horno. El volumen de residuos plásticos inyectados a través de la tobera, así como la inyección de carbón pulverizado, se determina a partir del punto de vista de evitar la reducción de la permeabilidad en el horno debido a los componentes no quemados, y por la densidad y el tamaño de las partículas de los residuos plásticos y el volumen de flujo de aire y la velocidad del horno de aire caliente. Estos volúmenes de inyectado y las formas de los residuos plásticos inyectados son bien conocidas desde hace tiempo por los expertos en la técnica y se describen también por varias patentes, y por lo tanto en la presente patente no se proporciona una explicación detallada. (Véase, por ejemplo, la Inspección Pública de Patente Japonesa HEI de N° 8-507105, la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 9-170009, HEI de N° 9-137926, HEI de N° 9-125.113).

15 El volumen máximo de carga en el alto horno puede ser de hasta un máximo de 10 kg de residuos plásticos cargados por tonelada de metal caliente, sin considerar el contenido en cloro. Si se supera este volumen el centro del alto horno puede llegar a ser inactivo, lo que tiene como resultado una productividad inhibida para el alto horno. Por otro lado, si el volumen de carga es inferior a 0,5 kg, no habrá punto para el reciclaje. Cuando 10 kg de residuos plásticos que contienen 0,5 % en peso de cloro se inyecta a través de la tobera del alto horno por tonelada de metal caliente, la entrada de cloro es de 50 g por tonelada de metal caliente. Puesto que la concentración de cloro introducida en el alto horno desde la materia prima del alto horno durante el funcionamiento normal es de 300 - 350 g por tonelada de metal caliente, la relación de entrada de cloro llevada a cabo en forma de residuos plásticos aumenta en un 20 %. Esto está dentro de un intervalo aceptable para la aplicación práctica, y por lo tanto se establece como la entrada máxima de cloro llevada a cabo en el alto horno. La gestión de la entrada de cloro llevada a cabo en el alto horno se puede asegurar para que la concentración de cloro de los residuos plásticos para el alto horno sea aceptable hasta un pequeño porcentaje, en función del volumen de carga.

Los residuos plásticos con un alto contenido en cloro separados y excluidos para el uso en altos hornos, o los residuos plásticos que no se han tratado en profundidad en el alto horno, se pueden someter a descomposición a alta temperatura en un horno de tratamiento descomposición térmica para gasificación, tal como un horno de oxidación parcial o un horno de destilación seca, siempre con el alto horno. Se puede emplear cualquier tipo de horno siempre que la atmósfera sea reductora y que la temperatura sea al menos 400 °C, lo que permite la gasificación de los residuos plásticos, y por ejemplo, se puede emplear un CDQ (instalación para recuperar el calor de refrigeración del coque).

35 El gas a alta temperatura producido por la descomposición térmica de los residuos plásticos primero se elimina mediante el lavado de los componentes gaseosos en base a cloro mediante lavado alcalino o similar, y a continuación, el gas de descomposición se puede usar industrialmente como materia prima industrial química o como gas de con alto contenido calórico.

40 El tratamiento de descomposición térmica de los residuos plásticos que contienen cloro da un residuo de carbono/ceniza y gases de hidrocarburos que contienen cloro. El residuo de carbono/ceniza se usa como coque por un agente de reducción en el alto horno, y los gases de hidrocarburos con el componente de cloro eliminado se utilizan como gases de horno de coque y como materias primas para productos químicos, así como fuente de energía de alta eficiencia de una fábrica de hierro. El tratamiento combinado de los residuos plásticos tratados por descomposición térmica en el alto horno y en el horno de coque puede lograr una eficiencia muy alta para el reciclaje de productos.

50 El gas generado durante la descomposición térmica cuando se cargan los residuos plásticos en el horno de descomposición térmica, inevitablemente, contiene un gas en base a cloro. Se puede lograr un proceso para neutralizarlo montando un aparato para atomizar agua amoniacal al gas en base de cloro a través del canal de los gases de escape. En los procesos de fabricación de acero, el agua amoniacal se genera en el horno de coque y se puede usar como una fuente de lavado alcalino para el gas de hidrocarburos de alta temperatura que contiene cloro. El agua amoniacal es agua que absorbe el amoníaco generado a partir del carbón en el proceso de coquización, enfría el gas de coque de alta temperatura (de aproximadamente 900 °C a menos de 80 °C), y se hace circular en forma pulverizada con el propósito de su purificación. Cuando se dispone un horno de tratamiento de descomposición térmica con el horno de coque y el gas de escape procedente del horno de tratamiento de descomposición térmica está conectado a la tubería de la ascensión del horno de coque, el gas de hidrocarburos de alta temperatura que contiene el gas en base a cloro se pone en contacto con el amoníaco, por lo que el gas en base a cloro se fija como cloruro de amonio. El rendimiento de amoníaco por tonelada de carbón en bruto es 3.000 - 4.000 g, y, por ejemplo, en el caso de tratar 10 kg de residuos plásticos con un contenido en cloro del 5 % por tonelada de carbón, lo que corresponde a una entrada de cloro de 500 g, el amoníaco generado a partir del carbón tiene una capacidad de neutralización de más de seis veces.

5 Un horno de coque es el tipo de horno ideal para la descomposición térmica de los residuos plásticos. La recogida de los residuos plásticos a ser tratados en un horno de coque es la misma que la del tratamiento de los residuos plásticos en un alto horno, y no se explica aquí. Los residuos plásticos pesados (con un contenido en cloro de 7 - 30 % en peso) y separados mediante separación por gravedad, o los residuos plásticos que no podían ser tratados en profundidad en el alto horno se someten a un tratamiento de destilación seca en el horno de coque.

10 Para la carga de los residuos plásticos en el horno de coque, es necesario separar y eliminar los metales como materia extraña. Los residuos plásticos recogidos se hacen pasar a través de un proceso de pulverización en bruto (desgarro de la bolsa), separación magnética, eliminación de la materia extraña (sustancias no magnéticas) y reducción del volumen, dando así un contenido en cenizas de 10 % o menos, un contenido en cloro de 30 % o menos, una granularidad de 10 a 70 mm, un valor calorífico neto de 5.000 kcal/kg o más y un contenido de metales pesados de 1% o menos. Los plásticos pesados con alto contenido en cloro distintos de los usados como agentes de reducción en el alto horno se someten a la eliminación de cenizas y de metales pesados a través de una función de lavado adicional y se granulan, satisfaciendo así las mencionadas especificaciones de granulación para el coque.

15 Mediante esta combinación de un proceso de alto horno y de un proceso de coque, se pueden reciclar residuos plásticos con una eficiencia de casi el 100 %.

20 Cuando los residuos plásticos se cargan en el horno de coque, el plástico en bruto se pulveriza a una granularidad prescrita para su carga como materia prima. Sin embargo, debido a que los residuos plásticos se recogen originalmente en forma de películas, cuerpos de espuma y polvo, la simple pulverización de los mismos a la granularidad prescrita da una carga de material de gran volumen, con una baja densidad aparente, y cuando se incluye excesivo polvo puede no resultar fácil la mezcla con el carbón de la materia prima de coque, y por lo tanto puede verse obstaculizada la carga. Además, los plásticos voluminosos con una baja densidad aparente son muy difíciles de manejar, ya que existe un riesgo de ignición en las proximidades del horno de coque de alta temperatura.

25 Por eso, los plásticos que contienen cloro se precalientan a una temperatura de 80 - 190 °C. y se comprimen en este estado, y luego se enfrían para su reducción de volumen y solidificación. El tamaño de los sólidos de volumen reducido se puede diseñar adecuadamente en función de la capacidad para su transporte y de la miscibilidad con el carbón, y en función de la resistencia del coque y del riesgo de ignición durante la destilación seca con el carbón, pero por lo general serán de un diámetro de aproximadamente 5 - 10 mm. El método empleado para la reducción del volumen y la solidificación puede ser uno convencional que use una amasadora de resina, un pulverizador, calentador de tambor o similares.

30

35 En cuanto a la posición de la carga para los residuos plásticos en el horno de coque, se puede citar un método de adición en el espacio en la parte superior (por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 9-157834), un método de adición en la parte inferior de la cámara de carbonización (por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 9-132782), y un método de pre-mezcla con el carbón (por ejemplo, Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 6-228565). Cuando se cargan los residuos plásticos en una cámara específica de carbonización, se puede emplear un medio de transporte a la parte superior del horno de coque mediante transporte neumático con un gas inerte, seguido por el vuelco en la cámara específica de carbonización junto con el gas inerte a través de una tolva de almacenamiento dotada con una función de corte cuantitativa. Para la carga, el procedimiento se lleva a cabo preferentemente en un estado aislado de la atmósfera con el fin de evitar problemas como el escape de los gases de descomposición térmica y la inducción del aire de la atmósfera y, específicamente, se puede emplear el método propuesto por el presente solicitante en la Publicación de Patente Japonesa Sin Examinar HEI de N° 4-41588. La presente invención es eficaz para cualquier aparato de

40 carga, posición de carga y método de carga.

45

50 Para el tratamiento en el horno de coque, se pueden usar exclusivamente una parte de las cámaras de la carbonización múltiple del horno de coque para el reciclaje de residuos plásticos, en cuyo caso el volumen tratable en el horno de coque se puede aumentar hasta una capacidad de tratamiento aumentada adicional, haciendo de ese modo posible aumentar la capacidad de tratamiento, mientras se elimina la dechloración previa de los residuos plásticos tratados en el alto horno. Un método específico es uno en el que unas pocas cámaras de carbonización de un horno de coque construido con más de 100 cámaras se dedican al tratamiento térmico de los residuos plásticos, y el agua amoniacal que se hace circular en el horno de coque se utiliza para el lavado del gas de horno de coque que contiene el gas de cloro generado, neutralizando de ese modo el cloro contenido en el gas de horno de coque.

55 Este método es posible gracias a un horno de coque que emplea el agua amoniacal para el lavado en todas las cámaras de carbonización. A diferencia del caso en donde los plásticos que contienen cloro se destilan en seco junto con el carbón, este método no tiene ninguna restricción en el volumen de plásticos que contienen cloro cargados en la cámara de carbonización, mientras que el carbón no es esencial como una fuente de amoníaco y la temperatura de la cámara de carbonización se puede diseñar adecuadamente en un intervalo de 400 - 1.300 °C.

60

Cuando los residuos plásticos se descomponen térmicamente en algunas de las cámaras de carbonización de un horno de coque con múltiples cámaras de carbonización, y el coque se destila en seco en las otras cámaras de carbonización, no existe riesgo de reducción de la calidad del coque.

Un horno de coque es una instalación para la destilación seca del carbón, y el amoníaco requerido para neutralizar el gas en base a cloro procedente de los residuos plásticos se genera a partir del carbón. Este amoníaco se somete a lavado por el agua en el tubo de ascensión, enfriándose a agua de amoníaco (agua amoniacal). El agua amoniacal se hace recircular para su uso en el tubo de ascensión de todas las cámaras de carbonización.

El método de limpieza puede ser uno que se haya usado tradicionalmente en los hornos de coque. La temperatura del gas en el espacio superior del horno es aproximadamente 800 °C, y el gas de cloruro de hidrógeno y el gas de amoníaco generados pasan a través de este espacio superior del horno y se dirigen hacia una curva a través de un tubo de ascensión dispuesto por encima de la cámara de carbonización. La temperatura del gas en el tubo de ascensión es aproximadamente 700 °C. Generalmente se usa hierro fundido como material para la tubería de ascensión, pero en algunos casos, se puede modificar este diseño en atención a la corrosión de los materiales de la conducción que sube hasta la estación seca principal, donde el gas amoníaco pasa por una pulverización de agua (lavado). El gas en base a cloro producido como resultado de la descomposición térmica de los residuos plásticos se neutraliza mientras se fija como cloruro de amonio mediante el lavado con agua amoniacal.

La mayoría del carbón se puede clasificar como carbón apelmazante que es adecuado para la fabricación de coque para altos hornos, y como carbón no apelmazante que por ello no es adecuado, y en el funcionamiento real del horno de coque, se mezclan el carbón apelmazante y el carbón no apelmazante en una proporción deseada y se usa como carbón mezclado para obtener una calidad prescrita de coque. Aquí, el carbón no apelmazante por lo general es carbón con un índice de fluidez máxima de no más de 10 ddpm medida por el método del plastómetro de Gieseler especificado por JIS M8801, o de una reflectancia media de vitrinita de no más de 0,8. Como resultado del estudio de la relación entre las proporciones de mezcla de los residuos plásticos y la calidad del coque cuando se cargan residuos plásticos en una cámara de horno de coque junto con el carbón, se encontró que se puede mantener la calidad del coque incluso con la inclusión de residuos plásticos en hasta 1% en peso. Si la cantidad de materia prima que incluye plástico se añade en más del 1% en peso, se puede reducir la proporción de mezcla del carbón no aglomerante en una cantidad correspondiente a la reducción en la fuerza del coque y por consiguiente aumentar la proporción de mezcla del carbón apelmazante para de ese modo compensar adecuadamente la fuerza del coque.

Cuando el carbón se destila en seco en un horno de coque, a menudo la temperatura alcanza un máximo de 1.300 °C. Por otro lado, el poli(cloruro de vinilo) y el poli(cloruro de vinilideno) comienzan a descomponerse térmicamente desde aproximadamente 250 °C, gasificarse a aproximadamente 400 °C. y degradarse por completo a 1.300 °C. Por lo tanto, siempre que los plásticos que contienen cloro se descompongan térmicamente o se destilen en seco junto con el carbón en los hornos de coque, el patrón de calentamiento y la temperatura del tratamiento térmico para la descomposición térmica o para la destilación seca podrán ser los mismos que para la destilación seca convencional del carbón.

En cuanto al método para distribuir los residuos plásticos en el alto horno y en el horno de coque, básicamente el volumen que se trata en el horno de coque puede ser un volumen situado por encima del volumen tratable en el alto horno, que está determinado por el efecto sobre la calidad, el efecto del cloro y por el límite de inyección. Aquí, se prefiere dividir los residuos plásticos recogidos y separados en una parte con un bajo contenido en cloro para el alto horno, y en una parte restante. El método usado puede ser un método de separación por gravedad o un método de clasificación manual.

El método de separación por gravedad es un método de separación que aprovecha el hecho de que las resinas que contienen cloro, tal como el cloruro de vinilo y las sustancias orgánicas que contienen cloro tienen un peso específico particularmente alto entre los residuos plásticos. Mientras que el peso específico de la mayoría de los plásticos tales como el polietileno y el polipropileno es 0,90 - 0,97, el peso específico del cloruro de vinilo es tan grande como 1,16 - 1,56, mientras que incluso las resinas ABS y resinas PET son más grandes que 1. Por lo tanto, después de que los residuos plásticos que contienen cloruro de vinilo hayan sido finamente pulverizados, estos pueden ser objeto de separación por gravedad con agua, por ejemplo. Es decir, los residuos plásticos con un peso específico superior a 1 se dejan que decanten usando un separador por precipitación, y los residuos plásticos con un peso específico de 1 o inferior se descargan con el agua. Los residuos plásticos descargados con el agua se suministran a una rampa de red de alambre para separar el agua y los residuos plásticos. Los residuos plásticos obtenidos con un peso específico superior a 1 contienen resinas que contienen abundante cloro, tales como cloruro de vinilo y compuestos orgánicos que contienen cloro, mientras que los residuos plásticos con un peso específico de 1 o más bajo prácticamente no contienen cloruro de vinilo, y tienen un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso. Un método típico de separación por gravedad emplea una separadora por gravedad centrífuga de tipo tambor rotatorio, y se pueden adquirir los aparatos disponibles en el mercado por compra de los mismos. El método de separación por gravedad también puede ser una clasificación por aire.

Cuando no es muy grande el volumen de tratamiento, la resina que contiene cloro o los compuestos orgánicos que contienen cloro se pueden separar y eliminar con relativa facilidad mediante clasificación manual. Esto limita en algún modo el uso de las resinas que contienen cloro, tal como cloruro de vinilo, a aquellas que se pueden distinguir fácilmente por los seres humanos en base al color o la forma.

El contenido en cloro de los residuos plásticos se puede medir por el método siguiente. Una parte de 10 kg de residuos plásticos que se habían pulverizado a aproximadamente 10 - 20 mm se dispensan hasta una asignación final de 20 g/lote mediante muestreo fraccionado repetido, para preparar una muestra representativa. La muestra se enfría y se pulveriza a un polvo. El polvo se puede someter a análisis de rayos X fluorescentes como método de análisis cualitativo para obtener un resultado sobre el nivel de porcentaje. Los cloruros obtenidos por el método de ensayo de contenido en Cl descrito en "Crude Oil and Petroleum Product Sulfur Testing Method" de JIS-K-2541 como el método de análisis cualitativo se someten a cromatografía de iones para medir el contenido de iones Cl, y éste se expresa en términos de Cl total. Los resultados se usan para obtener el valor medio para el contenido en cloro.

El siguiente método se puede usar para obtener residuos plásticos con un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso mediante separación por gravedad. Los residuos plásticos finamente pulverizados (10 - 20 mm) a los que se ha eliminado la materia extraña, se introducen, con el agua, a un separador por gravedad centrífuga de tipo tambor rotatorio. El tambor se hace girar a 2.000 - 3.000 rpm y los plásticos pulverizados se dividen en una parte flotante (sustancias ligeras) y en una parte precipitada (sustancias pesadas) en una disolución de peso específico mediante una aceleración de 1.000-1.700 G (en la superficie del agua separada). Cuando se alimentan los plásticos, el 50 - 70 % de las sustancias ligeras se recogen los residuos plásticos con una concentración de 5 - 10 % de cloro, y la concentración de cloro de las sustancias ligeras es de 0,3 - 0,5 % en peso. Esto se logra porque las resinas en base a cloro tienen un peso específico de aproximadamente 0,1 - 0,2 mayor que el peso específico del polietileno, polipropileno o de la espuma de poliestireno, y se separan como la parte precipitada.

El agua amoniacal extraída del sistema a partir del horno de coque y del horno de descomposición térmica contiene una gran cantidad de cloruro de amonio acumulado que resulta de la reacción entre el gas en base a cloro derivado de los residuos plásticos y el amoníaco, y preferentemente se añade a la misma una base fuerte tal como hidróxido de sodio (soda cáustica). La base fuerte puede ser hidróxido de potasio en lugar de hidróxido de sodio. El cloruro de amonio en el agua amoniacal por lo tanto reaccionará con el hidróxido de sodio para formar cloruro de sodio y amoníaco. La cantidad añadida de hidróxido de sodio es preferentemente la misma o una cantidad ligeramente mayor que la del cloruro de amonio.

En el pasado, se ha dispuesto el equipo de eliminación de amoníaco en los hornos de coque para tratar el agua amoniacal descargada del sistema. Tal equipo de eliminación de amoníaco vaporiza y elimina el amoníaco libre mediante lavado con vapor y luego se dirige a un tratamiento de efluente por lodos activados. De acuerdo con la presente invención, el cloruro de amonio en el agua amoniacal se convierte a cloruro de sodio y amoníaco por el hidróxido de sodio antes de entrar en el equipo de eliminación de amoníaco, y por lo tanto todos los componentes de nitrógeno contenidos en el agua amoniacal están en la forma de amoníaco. Por lo tanto, los componentes de nitrógeno en el agua amoniacal se retiran como consecuencia de la eliminación por vaporización del amoníaco en el equipo de eliminación de amoníaco. Dado que sólo el inofensivo cloruro de sodio permanece en el agua amoniacal que ha dejado el equipo de eliminación de amoníaco, el efluente directo no implica un riesgo de aumentar el contenido en nitrógeno del agua de mar.

Ejemplos

Residuos plásticos en general típicos, separados y recogidos en bolsas de basura [composición: 75 % de material combustible (contenido en cloro 5 -10 %), 5 % de metal magnético, 2% de aluminio, 8% de vidrio y otras sustancias inorgánicas (5 % de sustancias inorgánicas en material combustible), 10 % de humedad] se hacen pasar a través de las etapas de rasgado de bolsa, separación magnética, clasificación por aire y tamizado por vibración, pulverización fina, separación por gravedad en húmedo, drenaje/secado y granulación para su uso como agente de reducción en un alto horno, para obtener un producto con una granularidad de 1 - 10 mm, una densidad de al menos 0,3 kg/l, un contenido de cenizas de menos de 10 % y un contenido en cloro de menos de 0,5 %. El rendimiento de la materia prima se calcula que es aproximadamente 50 - 60 %. Esto no es un nivel satisfactorio desde el punto del reciclaje. A continuación, los plásticos de alto contenido en cloro que precipitaron con un rendimiento del 20 - 30 % como plásticos pesados (plásticos de alto contenido en cloro) mediante separación por gravedad en húmedo se someten a tratamiento de dechloración mediante tratamiento de descomposición térmica en lugar de su eliminación de residuos, para su uso como agente reductor en un alto horno. Esto da un rendimiento mejorado de las materias primas, pero resulta un mayor coste.

Los residuos plásticos que contienen cloruro de vinilo se separan mediante separación por gravedad o por selección manual en residuos plásticos con un contenido elevado de cloruro de vinilo y residuos plásticos con un bajo contenido de cloruro de vinilo, y los residuos plásticos con un alto contenido de cloruro de vinilo se cargan en un horno de coque para su tratamiento por descomposición térmica, mientras que los residuos plásticos con un bajo contenido de cloruro de vinilo se inyectan en un alto horno a través de la tobera; estos ejemplos se muestran en la Tabla 1.La producción del alto horno es de 10.000 toneladas al día.

Tabla 1

	Método de separación	Contenido en cloro de los residuos plásticos (%)			Horno de coque		Alto horno	
		Antes de la separación	Después de la separación		Volumen de carga de residuos plásticos (%)	Evaluación de la operación	Volumen de carga de residuos plásticos (%)	Evaluación de la operación
			Alto cloruro de vinilo	Bajo cloruro de vinilo				
1	Manual	1,6	3,5	0,1	0,5	○	2,0	○
2	Manual	2,3	3,0	0,1	1,0	○	1,0	○
3	Gravedad	1,7	2,4	0,3	2,0	○	3,0	○
4	Gravedad	1,5	2,5	0,3	2,0	○	5,0	○
5	Gravedad	1,5	2,2	0,3	3,0	○	5,0	○

- 5 Para la evaluación de la operación de los hornos de coque, se usa "○" para indicar los casos en los que la resistencia del coque a la salida de la cámara de carbonización después de la destilación seca es de al menos 84 en términos de resistencia de tambor de coque de acuerdo con JIS K2151 (150 rotaciones + 15 mm), el contenido en cloro del aceite ligero es de menos de 10 ppm, la proporción de cloro capturado mediante el lavado es al menos 90 % y la concentración de nitrógeno es menos de 20 mg/l en las aguas residuales de las que se elimina el nitrógeno a través del lavado con vapor mediante la adición de sosa cáustica, mientras que se designa "X" para indicar los casos
- 10 en los que cualquiera de estos es insuficiente. Para la evaluación de la operación del alto horno, se usa "○" para indicar la operación favorable cuando se obtiene la producción proyectada de volumen prevista de arrabio sin problemas tales como la variación de la presión en la parte superior del horno o la variación de la presión en el eje.
- 15 Cuando se continúa con la operación en el Ejemplo 5 durante aproximadamente un mes, se tratan con éxito aproximadamente 7.000 toneladas de residuos plásticos.

Aplicación Industrial

- 20 Usando un alto horno y un horno de coque, y llevando a cabo la descomposición térmica de los residuos plásticos que contienen cloro en el horno de coque, ha sido posible eliminar la etapa de dechloración para los residuos plásticos que contienen cloro o reciclar grandes volúmenes de incluso residuos plásticos que contienen cloro, que de otro modo se destinarían a su disposición en vertedero.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un proceso para tratar resinas, o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen como agentes reductores en un alto horno, someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica y poner en contacto el gas en base a cloro generado por el tratamiento de descomposición térmica con agua amoniacal.
- 10 2.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen según la reivindicación 1, caracterizado porque el agua amoniacal se genera durante la destilación seca del carbón.
- 15 3.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen como agentes reductores en un alto horno, y someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque.
- 20 4.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 3 caracterizado por separar las resinas o los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen, en una parte de alto contenido en cloro y en una parte de bajo contenido en cloro, tratar la parte de bajo contenido en cloro en un alto horno, y someter a la parte de alto contenido en cloro a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque.
- 25 5.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 4 caracterizado por las separar resinas, los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen en una parte de alto contenido en cloro y en una parte de bajo contenido en cloro mediante separación por gravedad.
- 30 6.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado por separar las resinas o los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen en una parte con un contenido medio en cloro de 0,5 % en peso o superior y en una parte con un contenido medio en cloro de menos de 0,5 % en peso, tratar la parte con un contenido medio en cloro de menos de 0,5 % en peso en un alto horno, y someter a la parte con un contenido medio en cloro de 0,5 % en peso o más a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque.
- 35 7.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 3, caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen como agentes reductores en un alto horno después del tratamiento previo de deoloración, y someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque sin tratamiento previo de deoloración.
- 40 8.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 7, caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen como agentes reductores en un alto horno después del tratamiento previo de deoloración a un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso.
- 45 9.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 8, caracterizado porque la parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen que se ha sometido a tratamiento previo de deoloración hasta un contenido en cloro de menos de 0,5 % en peso se trata en el alto horno en una cantidad de 0,5 -10 kg por tonelada de metal caliente.
- 50 10.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 3, caracterizado por tratar una parte de las resinas o de los compuestos orgánicos, o de los residuos plásticos que los contienen como agentes reductores en un alto horno sin la eliminación previa de los componentes de cloro, y someter a la totalidad o a una parte del resto a tratamiento de descomposición térmica en un horno de coque sin la eliminación previa de los componente de cloro.
- 55 11.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 10, caracterizado porque las resinas o los compuestos orgánicos, o los residuos plásticos que los contienen se tratan como agentes reductores en un alto horno sin la eliminación previa de los componentes de cloro, a un mínimo de 0,5 kg por tonelada de metal caliente y a un volumen máximo de tratamiento de alto horno que refleja el límite permitido de cloro.
- 60

12.- Un proceso para tratar resinas o compuestos orgánicos, o residuos plásticos que los contienen, según la reivindicación 11, caracterizado porque al menos 0,5 kg y no más de 1,7 kg de resinas o de compuestos orgánicos, o de residuos plásticos que los contienen se tratan en el alto horno por tonelada de metal caliente, sin la eliminación previa de los componentes de cloro.

Fig.1

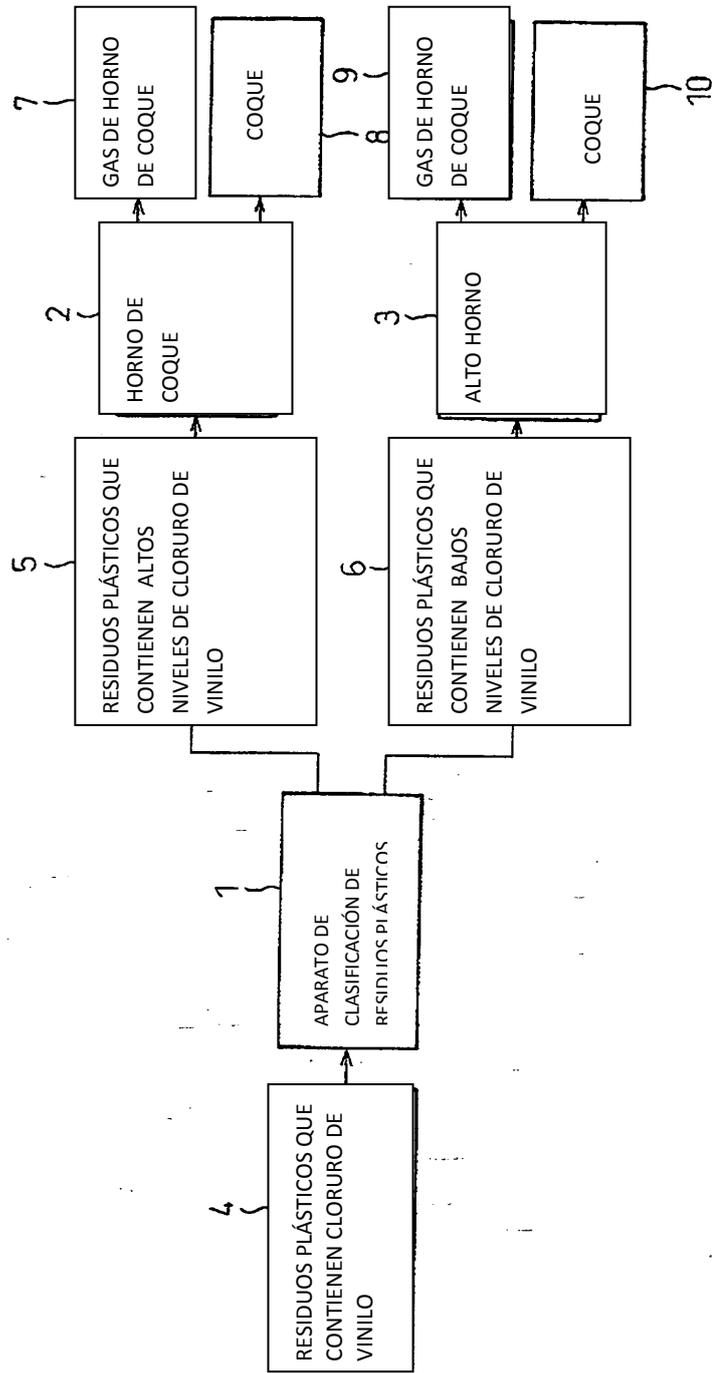


Figura 1

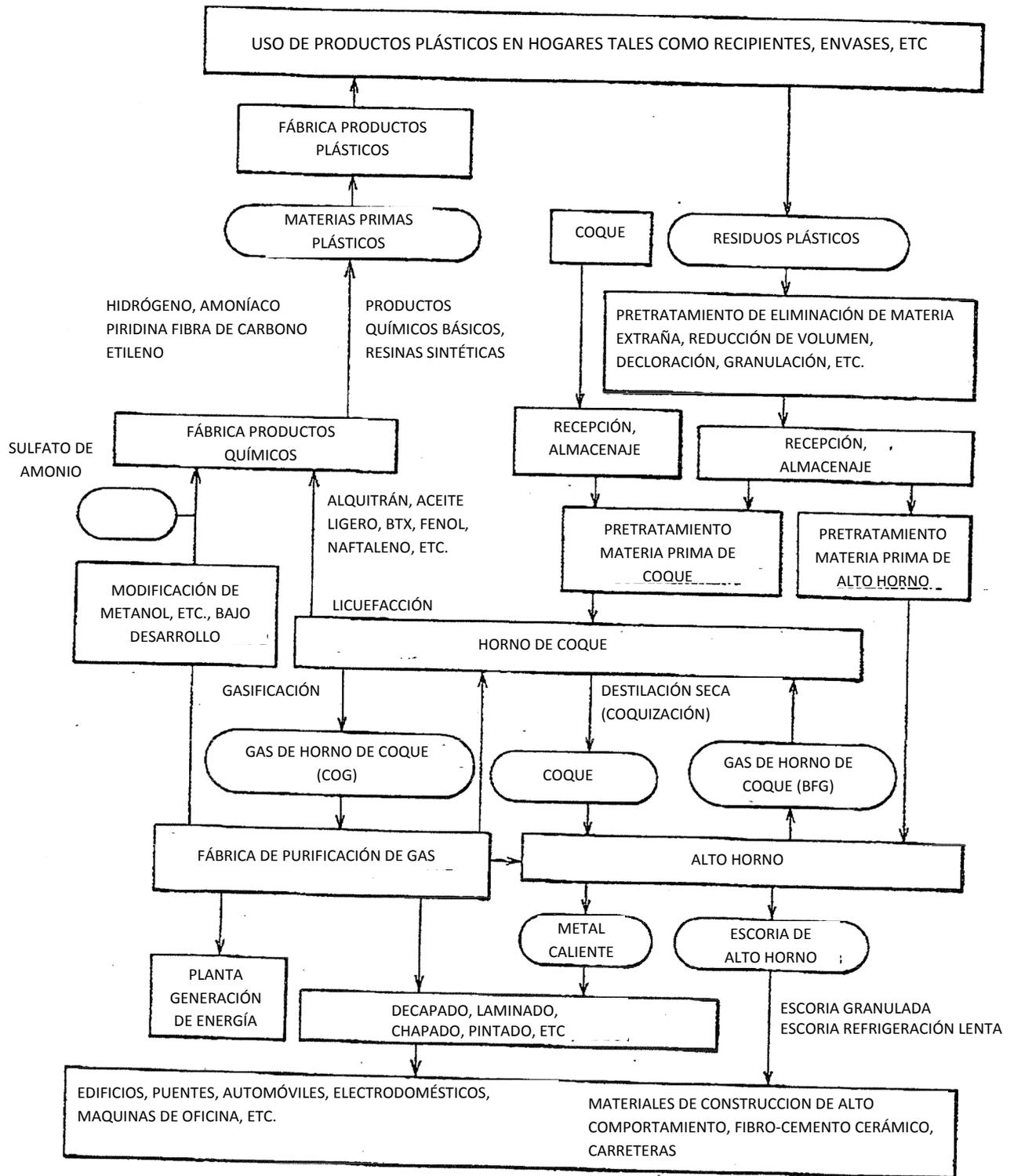


Figura 2

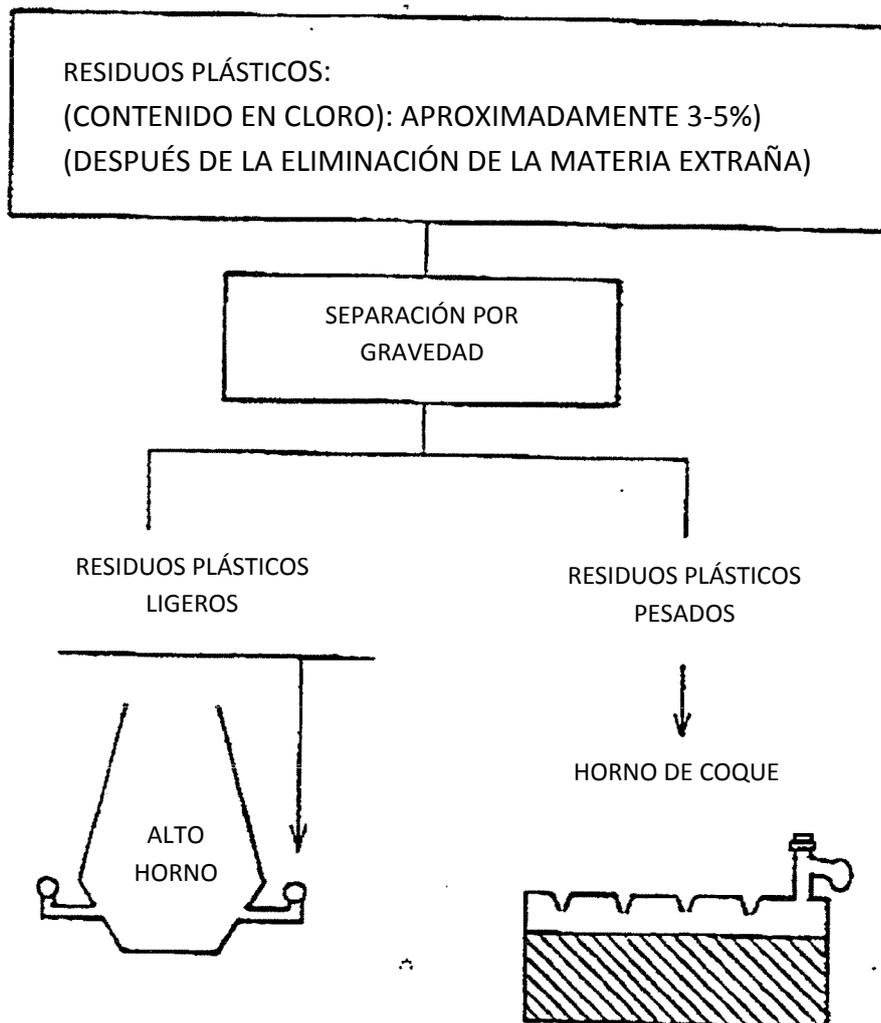


Figura 3A

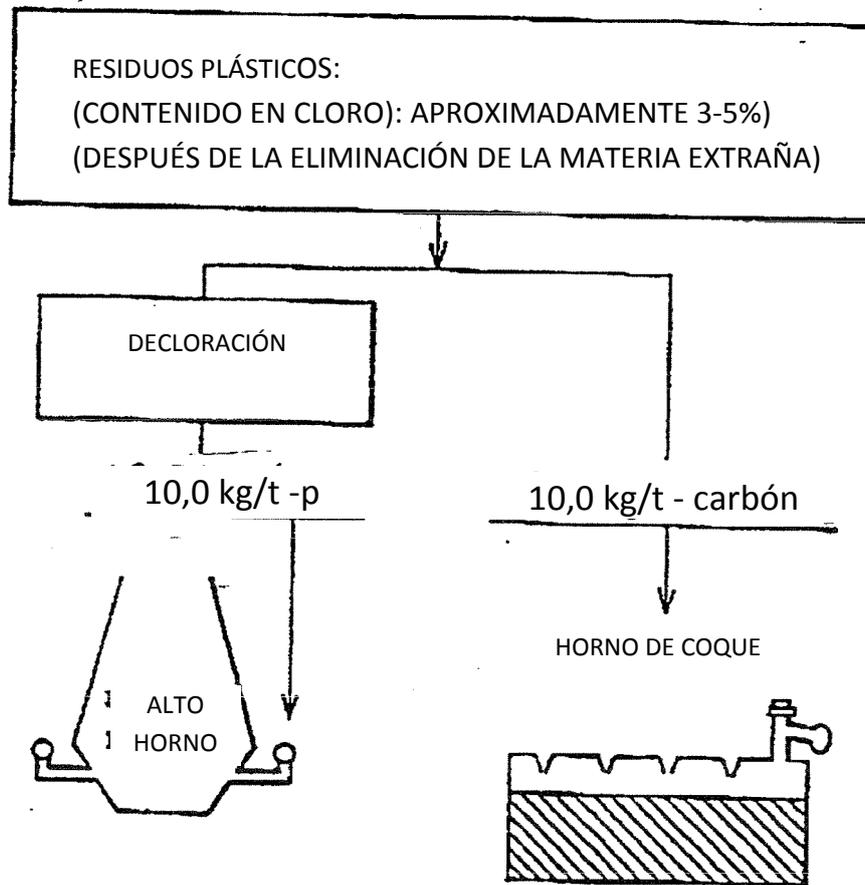


Figura 3B

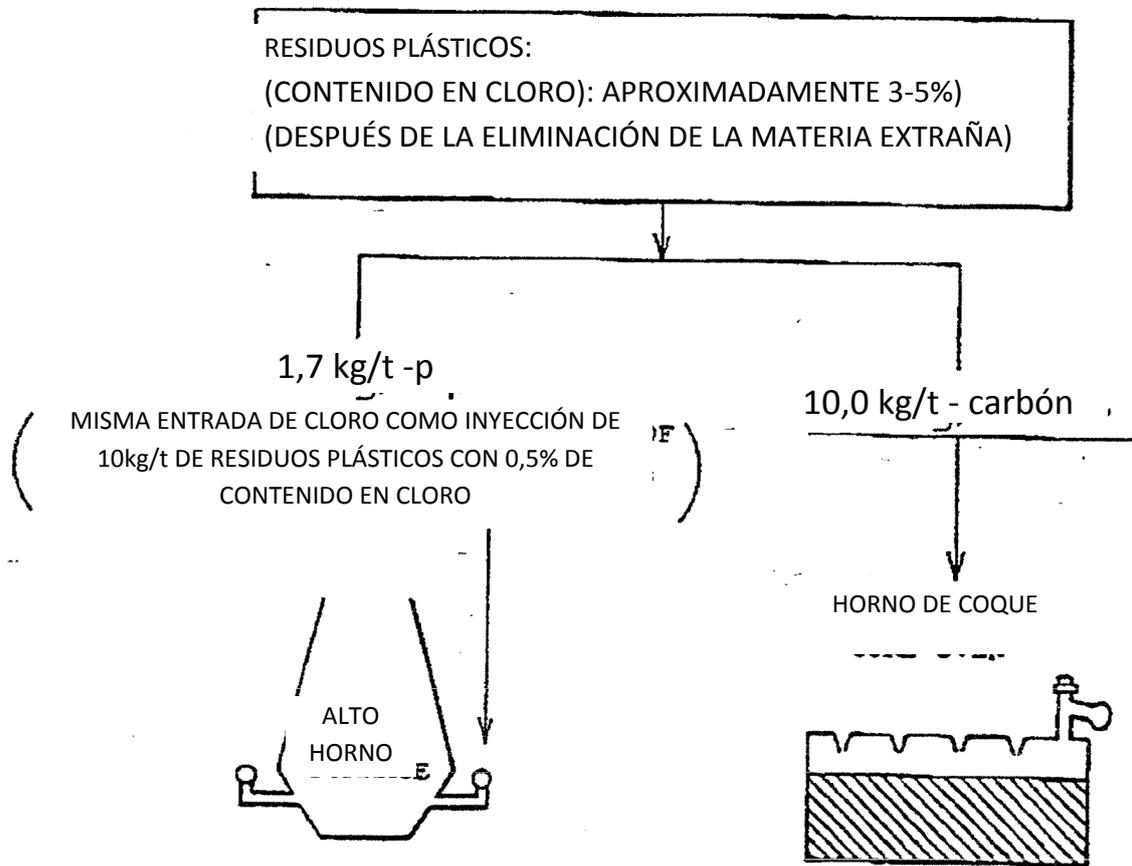


Figura 3C