

404634



P.- 51.149

L-8342-SP

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C

CLASE _____

SUSCLASE _____

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de UNION CARBIDE CORPORATION

entidad norteamericana

Int. CL. F23G

con domicilio en 270 Park Avenue, Nueva York, N.Y.,

10017, Estados Unidos de América.

por: "UN PROCEDIMIENTO DE INCINERACION, PARA DESHACER
SE DE BASURA SOLIDA QUE CONTIENE MATERIAL ORGANI
CO COMBUSTIBLE Y MATERIAL INORGANICO INCOMBUSTIBLE"

(Clase Internacional F23g)

Prioridad reivindicada: Estados Unidos de América, 9-7-1971

Nº 161.107

3.7.72
MCM



La presente invención se relaciona en término
generales con un procedimiento de incineración para desha-
cerse de desperdicios sólidos, y más particularmente con
un procedimiento para deshacerse de basuras sólidas, que
5 usa oxígeno o aire enriquecido con oxígeno para convertir
basuras sólidas en metal fundido y escoria, en un horno
tipo horno de cuba, y un gas de combustión que tiene valor
como materia prima química o combustible y a la vez causa
sólo una mínima contaminación del aire y del agua.

10 El deshacerse eficientemente de la basura es
problema importante en los centros urbanos de mayor tama-
ño. Mucha población y poco espacio para terraplanar hacen
que el deshacerse de la basura municipal sea asunto de
sumo interés, son insuficientes y contaminan el aire o
15 el agua. Los contaminantes que producen pueden estar pre-
sente en los gases de la chimenea en fase sólida, líqui-
da o gaseosa. Por lo general, estos gases contienen subs-
tancias orgánicas tales como ácidos, aldehidos e hidrocar-
buros, así como monóxido de carbono, como subproductos de
20 la combustión incompleta por insuficiencia de oxígeno, por
no, mala mezcladura, o baja temperatura. Las ce-

404634



nizas volantes, que son un contaminante sólido objetable, consisten en materia orgánica no quemada, o materia inorgánica no quemada, originalmente presente en el combustible. Las cenizas volantes, además de contaminar el ambiente, pueden dañar los equipos. Por ejemplo, cuando el calor sensible de gases de combustión calientes se emplea para generar vapor, las cenizas volantes causan frecuentemente la erosión y corrosión de los tubos de la caldera.

Los métodos y los dispositivos para reducir la contaminación del ambiente, usados en el pasado a fin de controlar los procesos de combustión en incineradores de basuras, han tenido éxito sólo en parte. Por lo general, los gases de la chimenea se tratan mediante lavado con agua, precipitación electrostática o filtración, para eliminar la mayor parte de los contaminantes antes de desventar los gases a la atmósfera. Pero, el gran volumen de estos gases en procesos de combustión convencionales hace que la limpieza de los gases sea una operación difícil y costosa. Además, la cantidad total de contaminantes que quedan en los gases de la chimenea después de la depuración de éstos, es aumentada considerablemente por dilución de los mismos con nitrógeno proveniente del aire de combustión. Ello es especialmente así cuando se usa un gran exceso de aire de combustión, como se acostumbra hacer, por ejemplo, en la incineración de basuras.

Los problemas que ofrece el deshacerse de las basuras no tienen que ver solamente con la contaminación de la atmósfera. El residuo sólido que queda en los incineradores convencionales es otro factor molesto por no haberse reducido al volumen mínimo, razón por la cual es voluminoso y difícil de manipular. Además, contiene material no quemado que a ve-



404634

ces puede ser biológicamente activo. Por consiguiente, estos residuos son inconvenientes para terraplanar y el deshacerse de ellos sigue siendo un problema.

También preocupa cada vez más la descomposición anti-económica de las basuras sólidas, que tienen valor de subproducto para aprovecharlas nuevamente en el ciclo de la economía. Los desperdicios sólidos pueden ser fuente importante de materias primas, por ejemplo de sustancias químicas, combustibles, vidrio, y metales. A medida que se van agotando los abastecimientos naturales, aumenta la importancia del aprovechamiento eficiente de los desperdicios.

Con miras a la producción de residuos fácilmente desechables, a partir de una extensa gama de composiciones de basuras, últimamente se ha prestado mucha atención a procesos de incineración total de las basuras. Sin embargo, según se desprende de la patente estadounidense n° 211.503, concedida en 1879, no es nuevo el concepto de deshacerse de las basuras sólidas de modo de reducir el material incombustible a metal fundido y escoria, y el material combustible en materia gaseosa, en un horno de cuba vertical que es alimentado con basura por arriba y con aire precalentado por abajo.

Una versión tecnológicamente más perfeccionada de un procedimiento similar es la de la patente estadounidense n° 3.511.194, que describe un procedimiento según el cual el aire precalentado, alimentado por la base de un horno de cuba, reacciona con la basura que baja por el horno, mientras gases calientes suben a contracorriente con la basura que baja y la descomponen térmicamente de modo de formar gases, hidrocarburos líquidos y carbón animal. El gas que sale cerca de la parte superior del horno es combustible, y es quemado has-

404634



ta completamiento en una cámara de combustión secundaria con aire adicional. El gas de combustión, proveniente de la cámara de combustión, se puede enfriar rápidamente, o su calor sensible se puede aprovechar en una caldera de recuperación después de depurar el gas mediante filtros de bolsa.

Los procedimientos descritos en las susodichas patentes tienen varios inconvenientes. Ambos procedimientos se basan sobre la posibilidad de transferir calor en la base del horno de cuba, quemando con aire precalentado la basura que baja. Pero la termotransferencia de esta manera es, a lo sumo, marginal en las condiciones necesarias en el hogar para mantener el hierro en estado fundido e impedir la formación de óxido de hierro corrosivo. Por consiguiente, al variar la composición de la basura la temperatura en el hogar puede bajar al punto de perder la escoria y el metal la fluidez suficiente para la colada, lo que estorbaría seriamente el proceso. Otro inconveniente es la naturaleza de los gases combustibles que salen del horno. El oxígeno en el gas oxidante, es decir el aire, está acompañado de nitrógeno; y la presencia de éste diluye los gases combustibles que salen del horno, y reduce así substancialmente su valor o poder calorífico. Además, su gran dilución con nitrógeno destruye también la eventual utilidad de los gases como materia prima química.

Otro inconveniente más, del proceso de la patente estadounidense 3.511.194, es que el gas combustible que sale del horno es completamente oxidado en una cámara de combustión secundaria, antes de ser purificado. Esta oxidación secundaria requiere la introducción de más aire y, por ende, nitrógeno en la corriente gaseosa, aumentando así más todavía el volumen de ésta, bajando la concentración de los contami-

404634



nantes en la misma, y haciendo costosa e ineficiente la depuración general de los gases finalmente descargados a la atmósfera.

Un análisis del régimen de termotransferencia en la zona del hogar o base del horno de cuba, ilustra la dificultad de trabajar a contracorriente usando como oxidante aire precalentado o enriquecido con combustible. El requisito principal para que el horno pueda trabajar continuamente es que la temperatura del hogar sea de 1650°C aproximadamente, para asegurar la fluidez del metal y de la escoria en la base del horno. Por ello es indispensable un alto régimen de termotransferencia. Pero el uso de un oxidante que contiene poco oxígeno, tal como el aire, aun cuando se lo precalienta hasta temperaturas elevadas, arroja siempre regímenes de termotransferencia marginales o inaceptables en el hogar del horno. Sorprendentemente, ni siquiera la adición de un combustible auxiliar, tal como metano, inyectado juntamente con el aire precalentado, es de ayuda en condiciones reductoras, y en ciertas condiciones dicha adición puede ser perjudicial, es decir que el combustible auxiliar puede enfriar el hogar en lugar de calentarlo.

También se ha sugerido ya, usar oxígeno puro para enriquecer el aire de combustión en un incinerador de basuras. Un artículo escrito por Zimm y otros ("Incineración Total", páginas 116-217 de las Actas de la conferencia Nacional de Incineradores, del 17 al 20 de mayo de 1970), describe un horno de cuba en el cual la basura baja y una corriente de aire enriquecido con oxígeno sube, manteniéndose así la temperatura necesaria de 1650°C en el hogar desde el cual se retira la escoria fluida. El gas combustible descargado por la



404634

parte superior del horno es quemado completamente con aire en una cámara de combustión secundaria, antes de depurarlo. Ese sistema, si bien su concepto es interesante en cuanto a las condiciones de termotransferencia en el hogar, funciona en condiciones que le imponen limitaciones comercialmente inaceptables. Específicamente, los mayores inconvenientes del sistema se deben en gran parte a la gran cantidad de oxígeno necesaria para tratar una tonelada de basura. Zinn y otros especifican 0,3 hasta 0,4 toneladas de oxígeno por tonelada de basura. Ello trae consigo varios problemas que son incompatibles con una incineración eficiente.

En primer lugar, la elevada proporción del oxígeno a la basura crea en el hogar condiciones de oxidación indeseables. Es conveniente limitar las condiciones de oxidación en el hogar, y es preferible mantener una atmósfera reductora. Con el gran consumo de oxígeno, especificado por Zinn y otros, el hierro reaccionaría rápidamente para formar óxido de hierro, produciendo un espeso humo pardo y atacando químicamente el revestimiento refractario del hogar. Además, una superabundancia de oxígeno en el horno, mejor dicho en el hogar, genera temperaturas excesivamente elevadas en todo el horno, con el consiguiente desgaste del revestimiento refractario.

Otro inconveniente importante de la elevada relación del oxígeno a la basura, en el procedimiento de Zinn y otros, es que la cantidad excesiva de oxígeno consumido desmejora el valor como combustible, y el potencial valor químico del gas que sale del horno de cuba. Por ejemplo, en presencia de cantidades excesivas de oxígeno en el horno, una parte de los constituyentes gaseosos combustibles, tales como CO y H₂, se oxida para convertirse en CO₂ y H₂O respectivamente, reduciendo

404634



do así considerablemente el valor como combustible, del gas de la combustión. Por razones similares también queda virtualmente destruído el valor químico del gas, como gas de síntesis o reducción. Además, la ineficiencia del sistema, que se debe al uso de demasiado oxígeno, calienta excesivamente el gas que sale del horno, y, por tanto, aplica una fuerte carga térmica al equipo que debe enfriar los gases de la combustión y reducir su volúmen, antes de la depuración de éstos.

El procedimiento de Zinn y otros se enfrenta, como las patentes estadounidenses ya mencionadas, con el problema formidable de purificar el gran volúmen de gases de la combustión que salen de la cámara de combustión secundaria. Dicho de otro modo, la cantidad de material contaminante en los gases de la combustión o de la chimenea debe reducirse a un nivel tolerable antes de desventar los gases a la atmósfera. La seriedad de este problema es ilustrada por el hecho de que un precipitador electrostático bien diseñado, o un dispositivo que lava los gases con líquido, puede disminuir las partículas en una corriente gaseosa hasta una concentración de aproximadamente 48 mg por m³ de gas tratado. En un incinerador convencional, hay que depurar aproximadamente 17.000 m³ de gases de la chimenea por cada tonelada de basura consumida. Después de la depuración queda aproximadamente 0,82 kg de partículas en los gases de la chimenea, por tonelada de basura consumida. En el procedimiento descrito en la ya mencionada patente estadounidense 3.511.194, la cantidad de gas a tratar se reduce a aproximadamente 5660 m³ por tonelada de basura, y la cantidad de partículas que quedan después de la depuración se reduce así a aproximadamente 0,27 kg por tonelada de basura. Pero esta cantidad debe reducirse mucho más,



404634

si la contaminación del ambiente ha de ser evitada en las circunstancias actuales.

Por lo tanto, una finalidad de esta invención consiste en proveer un método eficiente de incineración de la basura, empleando cantidades mínimas de oxígeno y produciendo volúmenes mínimos de gases de la combustión. Otra finalidad de esta invención consiste en proveer un método de incinerar basura que produce un gas de combustión, útil como combustible o como gas de síntesis para elaborar productos químicos, y un residuo sólido compacto inerte, útil como subproducto metálico. Otra finalidad más de esta invención consiste en proveer un sistema integrado, que incinera basura y produce más energía que la requerida para accionarlo.

En uno de sus aspectos, la presente invención se relaciona con un proceso de incineración de basura sólida que contiene material orgánico combustible y material inorgánico incombustible, el cual proceso incluye alimentar la basura a un horno de cuba alimentado con un gas sustentador de la combustión que comprende al menos un 40% de oxígeno, introduciendo la basura en el horno por arriba y el gas sustentador de la combustión por abajo y formando así en dicho horno una zona de combustión y fusión en la porción de abajo, una zona de descomposición térmica en la porción intermedia, y una zona de secado en la porción de arriba; retirar dicha zona de secado los productos gaseosos de la combustión; y juntar el material inorgánico fundido, descargado de la zona de combustión y fusión. Este procedimiento de la invención se caracteriza porque el gas sustentador de la combustión se suministra al horno a un régimen tal que la relación ponderal del oxígeno a la basura que entra al horno se mantiene entre 0,15:1 y 0,28:1.



404634

Otro aspecto de la presente invención comprende la inclusión de este procedimiento en un procedimiento integrado que comprende las operaciones de:

(1) separar los contaminantes del gas descargado del horno;

(2) alimentar una porción menor del gas depurado a una instalación de oxígeno, donde la misma es quemada para producir la energía requerida para separar el oxígeno del aire;

(3) alimentar al horno de cuba el oxígeno así producido, como gas sustentador de la combustión; y

(4) descargar como producto gaseoso la mayor parte de dicho gas depurado.

En una forma de realización preferida de este procedimiento integrado, el gas descargado del horno se purifica lavándolo con un líquido acuoso. Una forma de realización de este procedimiento, más específicamente preferida, comprende las operaciones adicionales de:

(5) secar el gas lavado, por condensación del vapor acuoso del mismo;

(6) recoger el efluente líquido del lavado, y separarlo en una fase orgánica y una fase acuosa que contiene cenizas volantes;

(7) separar por filtración las cenizas volantes de la fase acuosa;

(8) reciclar a la zona de lavado una porción de la fase acuosa filtrada, para usarla como líquido de lavado juntamente con el condensado de la zona de condensación; y

(9) mezclar con dicha fase orgánica las cenizas volantes filtradas, y reciclar la mezcla al horno de cuba.

404634



Las palabras "basura", "desechos" o "desperdicios" tal como empleadas en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones, significan basuras domésticas, comerciales o agrícolas convencionales, inclusive materiales combustibles tales como papel, plásticos, goma, cuero, materiales textiles, madera y desperdicios de madera, y materiales incombustibles tales como metales, vidrio, y materiales cementosos que se puedan fundir en el horno de cuba de acuerdo con la presente invención. Además, la basura contiene normalmente una cantidad **harto** grande de agua, la mayor parte de ella absorbida por sólidos porosos. La acepción de las susodichas palabras abarca también gran variedad de materiales que normalmente se encuentran en desperdicios industriales, tales como fangos y chatarra, los que se pueden tratar de acuerdo con esta invención juntamente con la basura municipal. Por ejemplo, se puede agregar a la basura municipal chatarra, si se la desea fundir. En tal caso, la basura municipal sirve como fuente de combustible y carbón. Como otro ejemplo, los fangos (es decir, el residuo de instalaciones de tratamiento de aguas servidas, formado por sólidos y agua), y una extensa gama de desechos industriales, también se pueden descomponer juntamente con la basura municipal de acuerdo con la presente invención.

La palabra "contaminante", tal como aquí se emplea, significa subproductos tóxicos y nocivos de la combustión, que no pueden desventarse libremente a la atmósfera. Por tanto, la acepción de esta palabra incluye partículas sólidas, tales como cenizas volantes, y también vapores y humos, tales como SO_2 , NO, HCl, substancias orgánicas tales como el ácido acético, e hidrocarburos tales como el metano, el pen-



404634

tano y el hexano.

La palabra "escoria", tal como usada en la presente, significa la porción inorgánica de la basura, que no es combustible y que se funde en el reactor y se cuele desde la base de éste en estado fundido o flúido. La escoria consiste principalmente en materiales tales como vidrio y materiales cementosos. Si el hogar trabaja en condiciones moderadamente oxidantes, la escoria contendrá también un poco de metal oxidado. Pero si el hogar trabaja en condiciones reductoras, la escoria carecerá substancialmente de óxidos metálicos y se podrá colar del horno de cuba por separado del metal fundido, ya que en tales condiciones la escoria y el metal tienden a separarse, flotando aquélla sobre éste. El metal fundido y la escoria se pueden colar periódica o continuamente. Seguidamente se los puede dejar solidificar para formar un residuo compacto inerte que se puede usar para terraplenar o, si así se desea, se puede someter directamente (es decir, antes que se solidifique) a un tratamiento adicional para aumentar su valor; por ejemplo, el vidrio fundido se puede hilar, y el metal fundido se puede refinar o usar para piezas de fundición.

La palabra "fluidificar" o "fluidificación", tal como aquí se emplea, significa llevar el material del estado sólido al estado líquido, a una temperatura suficientemente elevada para que fluya fácilmente.

La relación ponderal del oxígeno a la basura alimentada al horno de cuba es parámetro de trabajo crítico de la presente invención. Cuando esta relación es superior a 0,28 aproximadamente, el procedimiento no proporciona los resultados deseados de esta invención, es decir la producción de un



404634

gas de combustión con valor calorífico superior a 1780 kcal/m³ a 21°C. Además, cuando se usa una relación del oxígeno a la basura superior a 0,28, el mayor consumo de oxígeno aumenta el costo de explotación, los gases de la combustión contienen un mayor porcentaje de productos oxigenados que disminuyen su valor calorífico, y las temperaturas en el horno son mayores y causan la erosión del equipo y gases de combustión excesivamente calientes. Por otra parte, si dicha relación ponderal es inferior a 0,15 aproximadamente, la energía disponible es insuficiente para satisfacer las necesidades endotérmicas del horno, debido a lo cual las temperaturas en la zona de combustión y fusión son bajas; el residuo contiene material no quemado; la escoria metálica se solidifica en la base del horno; y basura se acumula en la parte superior del horno. La relación ponderal preferida, del oxígeno a la basura, es desde 0,18:1 hasta 0,22:1 aproximadamente.

El gas oxigenado, que se usa en la presente invención, debe contener al menos un 40% de oxígeno en volumen para suministrar al sistema energía suficiente. Con preferencia, este gas se produce enriqueciendo aire con gas oxígeno. Se prefieren concentraciones de oxígeno de más del 40%, y desde el punto de vista técnico lo que más se prefiere es el oxígeno puro. Por razones de economía la cantidad exacta del oxígeno se fijará entre los límites del 40% al 100%, según sea el caso específico, y también según la composición y el contenido de humedad de la basura.

Una de las ventajas significantes de la presente invención es la naturaleza útil de los productos gaseosos producidos, y descargados desde la parte superior del horno. Por su composición y su gran valor calorífico, estos productos



404634

gaseosos son valiosos como combustible y hacen que el proceso general sea un productor neto de energía. El producto gaseoso contiene como mínimo un 50% en volumen, de monóxido de carbono e hidrógeno, y con preferencia un 70 hasta un 85% de estos dos gases. Su valor calorífico es de por lo menos 1780 Kcal/m³ de gas seco a 21°C y presión atmosférica, y con preferencia de 2225 a 3115 kcal/m³. Además, debido a la ausencia o poca cantidad de nitrógeno, y la baja temperatura del producto gaseoso en el punto de su descarga del horno, el volumen del producto gaseoso es muy reducido en comparación con los métodos de la técnica anterior para incinerar basura. Dado que el volumen es poco, es relativamente fácil depurar el gas para liberarlo del material sólido. Sorprendentemente, la temperatura del gas, cuando éste es descargado del horno, es inferior a 260°C, y se puede mantener en tan sólo 80 hasta 120°C. Esto es, por ciento, inesperado teniendo en cuenta que aun en una unidad de tamaño comercial grande, que tiene una altura de tan sólo unos 6 metros, se mantienen en la base del horno temperaturas del orden de 1650°C para fundir y fluidificar el metal y la escoria.

La figura 1 es una vista esquemática en corte transversal, del horno de cuba y del aparato asociado que se usan en esta invención;

La figura 2 es una diagrama de todo el sistema convertidor de basuras, de esta invención; y

La figura 3 es una gráfica que ilustra la fuerza térmica de trabajo, en función de la temperatura de precalentamiento del gas oxidante, para diversas concentraciones de oxígeno en el mismo.

Haciendo ahora referencia a la figura 1, ésta repre-



404634

senta un horno de cuba 1 que contiene una zona de secado 2 en su porción superior, una zona de descomposición térmica 3 en su porción del medio, y una zona de combustión y fusión 4 en su porción inferior. En la parte de más arriba del horno hay un espacio superior esencialmente abierto 5, en el cual el gas se separa de los grandes trozos de sólidos arrastrados. El horno de cuba 1 puede estar formado por una envoltura metálica cilíndrica, estando la zona de combustión y fusión 4 (también llamada "hogar") revestida con ladrillos refractarios (no representados) para aguantar la temperatura elevada, del orden de 1650°C, que se mantiene en el hogar 4. La porción 2, o zona de secado, del horno de cuba puede estar hecha de metal solamente, o puede tener una aislación (no representada) para conservar el calor y mantener en el horno de cuba condiciones de temperatura más uniformes. El horno de cuba 1 tiene una admisión 6 para el gas oxidante, una salida 7 para el gas descargado, y un agujero de colada 8 para el material fundido. Una tolva 9, alimentadora de la basura, que comunica por medio de la válvula 10 con el rápido 11, está fijada encima del horno de cuba 1. Una segunda válvula 12 se usa en combinación con la válvula 10, para mantener el horno de cuba 1 herméticamente cerrado mientras se le introduce la basura.

En funcionamiento, la basura 13 - que no necesita tratamiento previo, se introduce en la tolva 9. Las válvulas 10 y 12, que por ejemplo pueden ser válvulas corredizas o mariposa, sirven, en combinación, para cerrar herméticamente el horno de cuba durante la introducción de la basura, a fin de mantener en él presión positiva. Para tal fin, la válvula 10 se abre mientras la válvula 12 está cerrada, permitiendo que



404634

la basura 13 en la tolva 9 caiga al rápido 11. Seguidamente se invierte la posición de las válvulas 10 y 12, cerrando primero la válvula 10 y abriendo entonces la válvula 12, para que la basura en el rápido 11 caiga al interior del horno 1.

Evidentemente, si se desea introducir la basura en forma continua, y no intermitente, se puede usar una sola válvula rotativa en lugar de las dos válvulas de corredera o mariposa 10 y 12, porque una sola válvula rotativa mantiene un cierre estanco a la presión mientras alimenta continuamente material sólido. Pero, para usar tal válvula, habría que desmenuzar la basura hasta un tamaño que pueda pasar por las cavidades de la válvula rotativa.

Al caer a la parte superior del horno de cuba 1, la basura pasa por la zona de secado 2, donde se evapora la mayor parte de su contenido de humedad. En la zona 2, particularmente en la porción superior de la misma, la temperatura se mantiene por debajo de 260°C, con preferencia en la gama de 80 hasta 120°C. La basura secada baja entonces por gravedad a la zona de descomposición térmica 3, donde el material orgánico combustible se descompone para formar principalmente carbón animal, monóxido de carbono, hidrógeno y vapor de agua, y cantidades menores de anhídrido carbónico y vapores orgánicos. Los metales, los materiales cementosos, el vidrio y materiales incombustibles similares, bajan entonces juntamente con el carbón animal hasta la zona de combustión y fusión 4 del horno de cuba, donde el carbón animal reacciona exotérmicamente con el gas oxidante 14 que entra al horno por la admisión 6, generando el calor necesario para fundir las porciones metálicas de la basura y fluidificar el vidrio y los materiales cementosos, para formar una escoria flúida que se jun-



404634

ta en un cuerpo fundido 15 en la base del horno de cuba 1. Este cuerpo fundido 15, de metal y escoria en estado flúido, rebalsa por el reborde 16 y es descargado del horno de cuba 1 por el agujero de colada 8, para caer por el rápido 18, revestido con material refractario, a un tanque 19 para enfriamiento por agua, en el cual el metal y la escoria se solidifican en forma granulosa y se asientan en el fondo del tanque. El nivel 20 del agua 21 en el tanque 19 es más alto que la parte inferior del rápido 18, a fin de estancar la presión en el horno. Cuando las condiciones en el hogar son reductoras, el metal y la escoria en el cuerpo fundido y flúido 15 tienden a separarse, formando la escoria flúida una capa flotante (no representada) sobre el metal fundido en el cuerpo flúido 15. Por lo tanto, la escoria y el metal se pueden colar por separado (no representado); o, si se enfrían con agua de la manera ilustrada, forman partículas discretas de residuo de metal y escoria 22, que facilita la subsiguiente separación del metal de la escoria, por ejemplo por separación magnética. Cuando las condiciones en el hogar son moderadamente oxidantes, se forma solamente una escoria flúida que contiene el metal principalmente en forma de óxido.

Los productos gaseosos calientes de la combustión, formados por la reacción entre el carbón animal y el oxígeno en el hogar 4, y que debido a las condiciones reductoras que se mantienen en el hogar 4 son principalmente monóxido de carbono e hidrógeno, suben a contracorriente con la basura que baja. Los gases calientes ascendentes pasan primero por la zona de descomposición térmica 3, donde entregan parte de su energía térmica sensible para descomponer térmicamente la porción orgánica de la basura en constituyentes gaseosos y car-



404634

bón animal, y seguidamente suben por el horno de cuba a la zona de secado 2, donde entregan más calor para vaporizar la humedad de la basura que baja. Los productos gaseosos que salen del horno de cuba 1 por la salida 7 consisten en vapor de agua, los constituyentes volatilizados de la basura, y el nitrógeno que pueda haber venido con el gas oxidante 14. Además, el gas saliente 23 contiene una pequeña cantidad de cenizas volantes arrastradas y pequenísimas gotitas de sustancias orgánicas líquidas condensadas.

La composición del gas descargado por la salida 7 del horno de cuba 1 varía, según la naturaleza de la basura, pero debido a las condiciones de trabajo críticas que se mantienen en el horno de cuba esas variaciones no son excesivas y la composición del gas se mantiene relativamente estable dentro de la siguiente gama consignada en la

Tabla I
Análisis del gas

	<u>% en volumen, seco</u>
CO	32 - 54
H ₂	18 - 31
CO ₂	9 - 25
CO ₄	2 - 6
substancias orgánicas superiores	0,5 - 2
nitrógeno	0,2 - 30

El contenido de nitrógeno del gas depende casi exclusivamente de la cantidad de nitrógeno en el gas oxidante. Cuando se usa oxígeno puro, el producto gaseoso contiene menos del 1% de nitrógeno; y cuando el gas oxidante contiene sólo un 40% de oxígeno, el producto gaseoso contiene aproximadamente un 30% de nitrógeno. El contenido de vapor de agua



404634

en el gas húmedo varía desde un 25 hasta un 55% en volúmen, aproximadamente, y depende principalmente de la cantidad de humedad libre en la basura; típicamente, el contenido de vapor de agua en el gas húmedo es del 40% en volúmen, aproximadamente.

El valor calorífico de este gas (seco) varía desde 1780 hasta 3115 kcal/m³ aproximadamente, a 21°C. y presión atmosférica. De la precedente tabla I se desprende que al menos el 50% del gas consiste en monóxido de carbono e hidrógeno. Este gas es útil como combustible, por su gran valor calorífico, o como gas de síntesis, por ejemplo para producir metanol. El producto gaseoso seco tiene una temperatura de llama y características de termotransferencia similares a las del gas natural. Además, su volúmen relativamente reducido, debido a la poca cantidad de nitrógeno y la baja temperatura, facilita y abarata la subsiguiente separación de las cenizas volantes y de la humedad, y permite efectuar esta purificación a un costo razonable, antes de la oxidación total.

El gas 23 en el conducto 24 se purifica introduciéndolo en un lavador de gases 25, donde los contaminantes, tales como las cenizas volantes, H₂O, NO, SO₂, y los compuestos orgánicos condensables, son separados del gas mediante técnicas bien conocidas. El gas 31, que sube desde el lavador 25, pasa por un condensador 26 donde se condensa substancialmente todo el vapor de agua del gas, de modo que se produce un gas seco que tiene la composición consignada en la precedente tabla I. El agua de lavado 27, que incluye el agua separada del gas por condensación, baja por el lavador 25, haciendo de flúido de limpieza del gas, y se junta en un tanque de sedimentación 28. El efluente, que se junta en el tanque de sedi-



404634

mentación 28, se puede amortiguar químicamente, por ejemplo con carbonato de calcio, para neutralizar el HCl y otros ácidos contenidos en dicho efluente.

En el tanque de sedimentación 28, el efluente se separa en una capa superior orgánica 29 y una capa inferior acuosa 30. La capa o fase orgánica 29 consiste principalmente en sustancias orgánicas condensadas y algo de cenizas volantes. Las cenizas volantes en la fase acuosa 30 se pueden separar del agua, por ejemplo, por filtración. Parte de esta agua clarificada se puede reciclar entonces para usarla como agua de lavado en el lavador; las cenizas volantes filtradas se mezclan con la fase orgánica 29, y se reciclan entonces al horno 1 tal como ilustrado en la figura 2. El resto del agua clarificada se descarga del sistema.

La figura 2 es un diagrama de operaciones sucesivas de un sistema total para convertir basura, de acuerdo con la presente invención. La basura 31 y el oxígeno 32 (o aire oxigenado, que contiene al menos un 40% de O_2) se introducen en el horno 33, donde la basura se descompone en metal fundido y escoria que se descargan como residuo 34 desde la base del horno, mientras un gas efluente húmedo 35 se descarga desde la parte superior del horno 33 y se conduce al lavador 36. El gas lavado húmedo 37 se puede enviar directamente a la instalación de producción de oxígeno 38 y usar como combustible del condensador 39. Si el condensador 39 ha de ser puesto en derivación, se cierran las válvulas 40 y 41 y se abre la válvula 42 para que el gas lavado húmedo pueda pasar por el conducto de derivación 43, y de allí en parte por el conducto 46 a la instalación de producción de oxígeno 38, y en parte por el conducto 44 para ser descargado como producto. Si el



404634

gas debe secarse, se abren las válvulas 40 y 41 y se cierra la válvula 42 para que el gas lavado húmedo pueda subir al condensador 39, donde el agua de enfriamiento 57 le quita el calor de condensación y el condensado 45, separado del gas 37, cae de vuelta al lavador 36. El producto gaseoso seco se descarga desde la parte superior del condensador 39. Parte del gas seco se usa como combustible para seccionar la instalación de producción de oxígeno 38. El gas combustible se quema con aire 47, a fin de desarrollar la energía necesaria para producir la cantidad necesaria (o más, si así se desea) de oxígeno a partir del aire 48. El gas combustible se puede usar directamente, por ejemplo en una turbina de gas, o indirectamente para producir vapor o electricidad como fuerza motriz de la instalación de producción de oxígeno 38. Esta puede ser de cualquier tipo convencional, por ejemplo una instalación de destilación criogénica, o una instalación de absorción selectiva. En el segundo caso, puede trabajar con oscilaciones de presión o con oscilaciones térmica. Estos tipos de de instalación para producir oxígeno son bien conocidos en la técnica. La combustión del aire 47 y del combustible 46 produce un gas de combustión 49 y energía que reacciona con el aire 48 en la instalación de producción de oxígeno 38, separado el oxígeno 32 del nitrógeno y de los gases raros 50; éstos se pueden desventar o recuperar. El oxígeno 32 se introduce entonces en el horno 33 de la manera ya descrita.

El efuente líquido 51 descargado del lavador 36 pasa a un tanque de sedimentación 52, donde se separa en una fase superior orgánica 53 y una fase inferior acuosa 54. La fase inferior acuosa 54 se envía a un filtro 55 que separa las cenizas volantes 56 del agua 57. Parte del agua clarifi-



404634

cada 57 se recicla por el conducto 58 al lavador 36, mientras el exceso de agua se descarga del sistema. Las cenizas volantes 56 se envían a una mezcladora 60, que las mezcla con la fase superior orgánica 53 descargada del tanque de sedimentación 52. La mezcla de cenizas volantes y substancias orgánicas líquidas 61 se recicla entonces al horno 33.

Además, se puede invertir el orden de sucesión de las operaciones de purificar y secar; es decir que el lavador 36 se puede colocar antes o después del condensador 39. Cuando la purificación sigue al secado, el agua proveniente del condensador se conduce directamente al tanque de sedimentación 52. En tal caso, para purificar el gas se puede usar en lugar del lavador cualquier equipo convencional para purificar gases, por ejemplo precipitadores electrostáticos, filtros de bolsa, o separadores ciclónicos.

Se ve que en un sistema integrado, como el ilustrado en la figura 2, se usan como materia prima solamente basura y aire, y los únicos productos del sistema sea un gas útil como combustible o para síntesis, un residuo denso formado por metal y escoria en estado sólido; y una pequeña cantidad de agua que se desecha después de haberla sometido a un tratamiento apropiado. Además, el sistema de conversión de basura con oxígeno es autosustentador, ya que usa el agua condensada para lavar el gas que sale del horno, y usa solamente una porción del producto gaseoso para accionar la instalación de producción de oxígeno; dado que esta porción es pequeña, la mayor parte del producto gaseoso queda y se puede usar como combustible limpio (seco o húmedo), o como gas de síntesis. Se ve pues que el sistema, en su totalidad, es un productor neto de energía útil. Dicho de otro modo, la energía



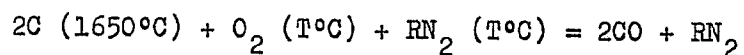
404634

potencial contenida en la basura, en forma inútil, se convierte en gas combustible limpio, útil, un producto valioso que cada vez escasea más.

La figura 3 ilustra las dificultades de transferencia con que se tropieza para mantener una temperatura de 1650°C en condiciones reductoras, en el hogar de un horno de cuba, cuando como gas oxidante se usa aire precalentado. Se necesita en el hogar una temperatura de 1650°C aproximadamente, para asegurar que el metal y la escoria sean suficientemente fluidos para colarlos.

La "fuerza térmica de trabajo", en la ordenada de la gráfica de la figura 3, es una medida del régimen al que, en condiciones reductoras, el calor se puede transferir del oxidante gaseoso a los materiales sólidos en el hogar, cuando estos materiales sólidos se encuentran a una temperatura de 1650°C aproximadamente. La expresión "fuerza térmica de trabajo" tiene dimensión de temperatura, y se define como energía en el gas, disponible para termotransferencia a más de 1650°C, dividida por la capacidad calorífica de los productos de la combustión. La energía puede estar presente solamente como calor sensible, y en tal caso la energía térmica de trabajo está muy cerca del nivel de temperatura por encima de 1650°C, o puede estar presente como una combinación de calor sensible y especies disociadas que pueden volver a combinarse para liberar energía en una superficie sólida.

En el hogar, la reacción de combustión se puede expresar de la siguiente manera:



El carbón animal, que es esencialmente carbón puro, baja al hogar precalentado hasta una temperatura cerca de 1650°C. El



404634

oxidante entra al horno a una temperatura T , que depende del grado de su precalentamiento. Debido a las condiciones reductoras en el hogar, el monóxido de carbono es el nivel de oxidación más alto en el gas. La fuerza térmica de trabajo por encima de 1650°C se puede calcular, para las condiciones imperantes en el hogar, mediante la siguiente ecuación:

$$T^1 = \frac{77700 + J - 22900 R}{8,6 (2 + R)}$$

donde:

T^1 es la fuerza térmica de trabajo ($^{\circ}\text{P}$)

J es la energía de precalentamiento del oxidante a más de 80°F (BTU/lb mol de oxígeno en el oxidante)

R es lb mol de N_2 por lb mol de O_2 en el oxidante;

$$T^1 = \left(\frac{5}{9}\right) \frac{(77700 + 1,8J - 22900 R)}{8.6 (2 + R)}$$

donde:

T^1 es la fuerza térmica de trabajo ($^{\circ}\text{C}$)

J es la energía de precalentamiento del oxidante a más de $26,7^{\circ}\text{C}$ (gcal/g mol de oxígeno en el oxidante)

R es g mol de N_2 por g mol de O_2 en el oxidante.

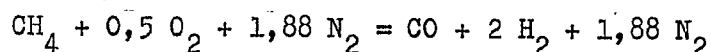
Las gráficas de la figura 3 ilustran el gran aumento de fuerza térmica de trabajo, que se puede lograr usando aire enriquecido con oxígeno, u oxígeno puro, en lugar de aire precalentado. Si se usa oxígeno puro a temperatura ambiente, la fuerza térmica de trabajo de 2500°C aumenta más de cuatro veces sobre el valor de 593°C para aire precalentado hasta 982°C . Para trabajar correctamente en una extensa gama de composiciones de las basuras, la fuerza térmica de trabajo debe ser superior a 870°C aproximadamente. Por consiguiente, se



404634

ve, según la figura 3, que la concentración del oxígeno en el gas oxidante debe exceder el 40% en volúmen si se ha de evitar un precalentamiento más que moderado, por ejemplo de 200°C. En la práctica, el precalentamiento del oxidante es inconveniente; por lo tanto, es preferible usar un oxidante que tenga una concentración de oxígeno superior al 42% aproximadamente, ya que tal oxidante es capaz de alcanzar, sin precalentamiento alguno, una fuerza térmica de trabajo superior a 870°C.

Se ha sugerido en la técnica, agregar al aire precalentado un combustible auxiliar para mejorar el régimen de termotransferencia al hogar. Pero, en muchos casos este recurso no sirve y hasta puede ser perjudicial porque puede disminuir la fuerza térmica de trabajo, en lugar de aumentarla. Por ejemplo, si en el hogar se introduce metano y se lo hace reaccionar con aire precalentado hasta 980°C, la reacción total sería:



Cuando las condiciones en el hogar son reductoras, el anhídrido carbónico y el vapor de agua son termodinámicamente inestables, dejando el monóxido de carbono como único producto oxigenado de la combustión. En estas condiciones, la temperatura de equilibrio de los productos de combustión es sólo de 760°C, y la fuerza térmica de trabajo, estando así por debajo de 1650°C, es negativa. Además, la introducción del metano enfría el hogar en lugar de calentarlo. Se ve, pues, que el uso de un combustible auxiliar puede ser inútil para aumentar la termotransferencia en el hogar.

Se ha descubierto inesperadamente que, de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, se necesita una

404634



cantidad muy pequeña y crítica de oxígeno, es decir 0,15 - 0,28 kg de O_2 por kg de basura. Es posible usar esta pequeña cantidad de oxígeno, porque el procedimiento de esta invención tiene una gran eficiencia térmica y pérdidas de energía mínimas. La gran eficiencia térmica se logra porque las condiciones de trabajo a contracorriente aprovechan al máximo la gran fuerza térmica de trabajo de los productos de la combustión, que suben desde el hogar, y porque los regímenes de flujo en masa entre los gases que suben y los sólidos que bajan en el horno de cuba están equilibrados. La gran fuerza térmica de trabajo da como resultado un alto régimen de intercambio térmico entre los gases que suben y los sólidos que bajan, que descompone rápidamente la basura, con mínimas pérdidas de calor al ambiente. Se necesita un equilibrio entre las masas de los gases que suben y de los sólidos que bajan, para que la energía no salga del reactor en forma de calor sensible y así se desperdicie. Un ejemplo ilustrará este concepto. Por ejemplo, si una tonelada de basura se introduce en el horno desde arriba y 0,2 tonelada de O_2 se introduce en el horno desde abajo, se produce aproximadamente una tonelada de productos gaseosos que se descargan por arriba, y aproximadamente 0,2 tonelada de residuo fundido se descarga por abajo. Así, los regímenes de masa de los gases que suben y de los sólidos que bajan se encuentran muy cerca en valor, y este equilibrio se mantiene en todo el horno de cuba. Arriba sale aproximadamente una tonelada de gas por cada tonelada de basura que entra, y abajo entra 0,2 tonelada de O_2 y sale 0,2 tonelada de residuo. Como resultado de este equilibrio se efectúa un intercambio térmico muy eficiente entre las corrientes que se cruzan en el horno de cuba, como lo



404634

comprueba el hecho de que la temperatura del gas que sale por la parte superior del horno de cuba es de sólo 93°C. Por consiguiente, la pérdida de energía por calor sensible en el gas descargado es casi insignificante.

Son muchas las ventajas que ofrece el mantener la relación del consumo de oxígeno entre 0,15 y 0,28. La más obvia es el menor costo, debido al lento régimen de alimentación de oxígeno, es decir que se ahorra oxígeno puro, que es caro. Igualmente importante es el hecho de mantenerse un bajo consumo de oxígeno en el hogar del horno, en condiciones químicas reductoras que permiten que los metales (principalmente el hierro) se fundan en lugar de oxidarse, y que el carbón se disuelva en el metal, bajando así el punto de fusión de éste de modo de hacerlo más fluido y más fácil de colar. Otras ventajas se relacionan con el gas combustible que sale del horno de cuba. Si se trabaja con la relación ponderal crítica del oxígeno a la basura en el horno, es decir una cantidad substancialmente menor que la requerida para la combustión estequiométrica de la basura, se produce un gas que contiene una concentración elevada de constituyentes combustibles, tales como monóxido de carbono e hidrógeno. Por tanto, este gas se puede usar para síntesis químicas, por ejemplo en la síntesis de metanol, o como gas desoxidante, por ejemplo para reducir perdigones de mineral de hierro a hierro metálico. Alternativamente se puede aprovechar la energía del gas combustible, quemándolo completamente.

Aunque se prefiere realizar el procedimiento de esta invención manteniendo en el hogar condiciones reductoras, se lo puede realizar también en condiciones moderadamente oxidantes; en tal caso, el hierro y otros metales tienden a oxidar-



404634

se, y los óxidos forman entonces parte de la escoria. En estas condiciones se forma en la base del horno solamente una fase de escoria fundida, es decir que el metal y la escoria no forman dos fases separadas, como cuando las condiciones en el hogar son reductoras. Sin embargo, aun en condiciones moderadamente oxidantes, la relación del oxígeno a la basura no debe pasar de 0,28:1. Cuanto más baja sea esta relación, tanto más reductoras serán las condiciones en el hogar.

Una indicación de la gran eficiencia térmica obtenida en el procedimiento de la presente invención es el elevado régimen de combustión que se puede lograr. En procedimientos de incineración convencionales, el régimen de combustión, definido como kilogramos de basura consumidos por hora por metro cuadrado del área de sección transversal del horno, es típicamente de unos 294 kg/hm². En cambio, la presente invención alcanza con facilidad regímenes de combustión de más de 1220 kg/hm², mejorando así la eficiencia total del proceso y reduciendo el tamaño del horno necesario para consumir una determinada cantidad de basura.

Otra diferencia significativa entre esta invención y los procesos de incineración de la técnica anterior, reside en la naturaleza del gas que sale del horno de cuba. Una diferencia importante es que la concentración del agua en el gas producido mediante el proceso de esta invención es del orden de 25 hasta un 55%, típicamente un 40% en volúmen, aproximadamente, a pesar de que la cantidad total de agua, que se produce por tonelada de basura consumida, es menor que la producida en incineradores convencionales. En cambio, la concentración del vapor de agua en los gases que salen de un típico incinerador convencional es sólo de un 10% aproxi-



404634

madamente. La gran concentración del vapor de agua permite separarlo eficientemente del gas producido por esta invención, y además hace posible usar el agua condensada como fluido de purificación del gas en el lavador. De esta manera se reduce al mínimo el problema de la contaminación del agua por adición de agua fresca.

Pero la diferencia principal en la naturaleza del gas producido es su composición. Específicamente, el gas que sale del horno de cuba tiene, en seco, una concentración de monóxido carbónico e hidrógeno superior al 50% en volumen, y dentro de la gama consignada en la tabla I. Cuando oxígeno puro se usa como oxidante, y basura municipal de composición común y corriente se usa como alimentación, las concentraciones del monóxido carbónico y del hidrógeno son del 50% y del 30% en volumen, respectivamente. Se puede alcanzar así, como cosa normal, un valor calorífico superior a 1780 kcal/m², a 21°C y presión atmosférica.

Una particularidad integral e importante de la presente invención concierne a la etapa del procedimiento en la cual se efectúa la purificación del gas (es decir, el lavado y el secado), es decir inmediatamente después de retirar el gas del horno de cuba. A semejanza de la técnica anterior, en la cual el gas se purifica recién después que los gases de la chimenea se han quemado completamente en una cámara de combustión secundaria, a fin de reducir la contaminación del aire por los gases desventados, en el procedimiento de la presente invención no es necesario depurar un gran volumen de gases de la combustión, sino tan sólo un volumen relativamente reducido. Dado que la cantidad total de contaminantes que después de la purificación quedan en una corriente gaseosa



404634

es directamente proporcional al volúmen de la corriente, la concentración del material contaminante antes de la purificación tiene el efecto de reducir en forma significativa la cantidad de contaminantes que finalmente salen a la atmósfera.

El volúmen reducido de gas, que sale del horno de cuba de la presente invención, es atribuible a varios factores: (1) la baja relación del oxígeno a la basura, que causa la combustión no estequiométrica, y por tanto produce cantidades molares menores, de productos de la combustión, que las cantidades producidas por una combustión completa, (2) el uso de oxígeno puro, o aire enriquecido con oxígeno, evita la dilución con nitrógeno, o la reduce al mínimo, y (3) la baja temperatura del gas que sale del horno de cuba, y que es resultado de la gran eficiencia térmica del horno en su totalidad. Esta temperatura es muy inferior a la de los gases que salen de la cámara de combustión secundaria de un incinerador convencional.

Al llevar a la práctica el procedimiento de esta invención se observó que el gas combustible que sale por la parte superior del horno de cuba 33 contiene gotitas de líquidos orgánicos condensados, además de las cenizas volantes. Esa mezcla de substancias orgánicas líquidas y cenizas volantes forma a veces una masa pegajosa, que se adhiere en las paredes del conducto 35 y puede acumularse al punto de tapanlo. Se ha descubierto que si agua u otro líquido se pulveriza en la corriente gaseosa dentro del conducto 35, cerca de la boca de descarga de gas del horno, se impide la formación de la masa pegajosa, y así las paredes del conducto 35 se mantienen limpias. Para tal fin se puede usar agua reciclada desde el conducto 57.

404634



Para que el proceso funcione con seguridad, hay que mantener la presión dentro del aparato ligeramente por encima de la atmosférica. Se necesita una pequeña presión positiva, al menos 6,4 mm de agua, para evitar toda entrada de aire al horno. Dado que el gas que se produce en el horno es una mezcla altamente combustible, se podrían producir explosiones serias si aire pudiera entrar al horno desde la atmósfera circundante. Por ello no se pueden tolerar en el procedimiento de la presente invención presiones subatmosféricas, como las que son comunes en los incineradores convencionales.

Los siguientes ejemplos ilustran la manera de llevar a la práctica el procedimiento de la presente invención, específicamente con respecto al funcionamiento del horno.

EJEMPLO 1

Se usó un horno de cuba, de unos 2,44 m de alto, y que tenía una área de sección transversal de 580 cm² aproximadamente, como el ilustrado en la figura 1. Por abajo se le introdujo oxígeno puro a razón de 10,3 m³/h, y por arriba se introdujo basura consistente en madera, papel, agua, metal y vidrio, a razón de 60,3 kg/h. La composición aproximada de la basura era la siguiente:

	<u>% en peso</u>
humedad libre	23,2
carbono	25,8
hidrógeno	3,6
oxígeno	28,8
metal	8,7
vidrio	<u>9,9</u>
total	100,0



404634

Trabajando a régimen constante, metal y vidrio fundidos salían constantemente del agujero de colada en la base del horno. El régimen de flujo de los gases de combustión que salían por la parte superior del horno era de 0,71 m³/minuto, en seco, y de 1,3 m³/minuto en húmedo, y la temperatura media de estos gases de la combustión era de 93°C. Ello corresponde a 637 m³/tonelada (seca) de basura, o 1190 m³/tonelada (húmeda) de basura. El consumo de oxígeno era de 0,22 tonelada de oxígeno por tonelada de basura, y el régimen de combustión era de 1040 kg de basura por hora y por m² del área de sección transversal del horno de cuba. El análisis del gas de combustión (seco) era el siguiente:

	<u>% en volúmen</u>
monóxido carbónico	47,5
hidrógeno	28,4
anhídrido carbónico	17,2
nitrógeno	0,3
metano	5,5
hidrocarburos superiores	0,5 - 1,5

El gas tenía un valor calorífico de 2760 kcal/m³, a 21°C y presión atmosférica.

EJEMPLO 2

, El horno y la composición de la basura eran como en el ejemplo 1. El oxígeno se alimentó al horno a razón de 13,9 m³/h, y la basura se introdujo a razón de 82,6 kg/h. Después de establecido el régimen de trabajo constante, vidrio y metal fundidos salían constantemente del agujero de colada en la base del horno. El régimen de flujo del gas combustible que salía por la parte superior del horno de cuba era de 0,88 hasta 1,03 m³/minuto (en seco), y de 1,63 hasta 1,98 m³/minu-



404634

to (en húmedo), y la temperatura media de este gas era de 93 °C. Ello corresponde a 566 hasta 679 kg/tonelada de basura seca, o 1103 hasta 1302 kg/tonelada de basura húmeda. El consumo de oxígeno era de 0,22 tonelada de oxígeno por tonelada de basura, y el régimen de combustión era de 1420 kg de basura por hora y por m² del área de sección transversal del horno de cuba. Durante el trabajo se efectuaron análisis del gas (seco) de la combustión, con los siguientes resultados:

	<u>% en volúmen</u>
monóxido de carbono	49,4 - 50,8
hidrógeno	27,8 - 28,6
anhídrido carbónico	15,4 - 16,1
nitrógeno	0,2 - 0,2
metano	4,1 - 5,3
hidrocarburos superiores	resto

El valor calorífico del gas variaba entre 2700 y 2800 kcal/m³, a 21°C y presión atmosférica.

EJEMPLO 3

El horno y la composición de la basura eran como en el ejemplo 1. El oxígeno se alimentó al horno a razón de 18,4 m³/h, y la basura se introdujo a razón de 107 kg/h. Después de alcanzar el régimen de trabajo constante, metal y vidrio fundidos salían continuamente del agujero de colada del horno. El régimen de flujo del gas que salía por la parte superior del horno de cuba era de 1,18 hasta 1,28 m³/minuto (en seco) y de 2,32 hasta 2,49 m³/minuto (en húmedo), y la temperatura media de este gas de la combustión era de 110°C. Ello corresponde a 594-651 m³ secos por tonelada de basura, o 1169-1273 m³ húmedos por tonelada de basura. El consumo de oxígeno era de 0,22 tonelada de oxígeno por tonelada de basu-



404634

ra, y el régimen de combustión era de 1840 kg por hora y por m² del área de sección transversal del horno de cuba. Los análisis de la composición del gas (seco) de la composición, efectuados durante el trabajo, dieron los siguientes resultados:

	<u>% en volumen</u>
monóxido carbónico	47,3 - 54,0
hidrógeno	29,4 - 30,5
anhídrido carbónico	11,4 - 16,4
nitrógeno	0,3 - 0,4
metano	3,8 - 4,5
hidrocarburos superiores	resto

El valor calorífico calculado del gas era de aproximadamente 2720 a 2830 kcal/m³, a 21°C y presión atmosférica.

En cada uno de estos tres ejemplos, el metal fundido y la escoria fluída, colados desde la base del horno de cuba, se dejaron caer al tanque de agua, donde se solidificaron para formar partículas de metal y escoria que se distinguían a simple vista entre sí, de modo que las partículas metálicas se podían separar fácilmente de la escoria.



404634

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva, que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-
tente de Invención en España por VEINTE años, son los
10 siguientes:

1.- Un procedimiento de incineración, para des-
hacerse de basura sólida que contiene material orgánico
combustible y material inorgánico incombustibles, el cual
procedimiento incluye introducir la basura en un horno
15 de cuba alimentado con un gas sustentador de la combus-
tión que comprende al menos un 40% de oxígeno, la basu-
ra siendo introducida en el horno por arriba y el gas
sustentador de la combustión por abajo, formándose así
dentro de dicho horno una zona de combustión y fusión en
20 la porción inferior, una zona de descomposición térmica
en la posición intermedia, y una zona de secado en la
porción superior; retirar de dicha zona de secado los
productos gaseosos de la combustión; y recoger el ma-
terial inorgánico fundido, descargado de la zona de
25 combustión y fusión; caracterizado porque el gas sus-

3.7.72

MM



tentador de la combustión se introduce en el horno a un régimen tal que la relación ponderal de oxígeno a la basura que entra al horno se mantiene en la gama desde 0,15:1 hasta 0,28:1.

5 2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los productos gaseosos contienen en total al menos un 50% (en seco) de hidrógeno y monóxido de carbono, y tienen un valor calorífico superior a 1780 kcal/m³ de gas seco a 21°C.

10 3.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque los productos gaseosos tienen un valor calorífico de 2225-3115 kcal/m³ de gas seco a 21°C.

15 4.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque la fuerza térmica de trabajo en la zona de combustión y fusión se mantiene en un valor superior a 870°C.

20 5.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, 2, 3, ó 4, caracterizado porque la basura se quema a razón de 1220 kg por hora y por m² del área de sección transversal del horno.

25 6.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el horno se alimenta con un gas sustentador de la combustión consistente substancialmente en oxígeno puro, a temperatura

M



404634

ambiente atmosférica.

5 7.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los productos gaseosos de la combustión salen del horno a una temperatura media inferior a 260°C.

8.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque los productos gaseosos de la combustión salen del horno a una temperatura media de 82-121°C.

10 9.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la presión dentro del horno se mantiene por encima de la atmosférica.

15 10.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, todas las veces que esté incluido en un procedimiento integrado que comprende las operaciones de (1) purificar el gas descargado del horno, de contaminantes; (2) alimentar una porción menor del gas purificado a una instalación de producción de oxígeno, donde
20 la misma es quemada para producir la energía requerida para separar el oxígeno del aire; (3) alimentar el oxígeno así producido al horno de cuba, como gas sustentador de la combustión; y (4) descargar como producto gaseoso la mayor parte de dicho gas purificado.

25 11.- Un procedimiento de acuerdo con lo reivindi-



cado en la reivindicación 10, caracterizado porque el gas descargado del horno se purifica por lavado con un líquido acuoso.

5 12.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 10 y 11, caracterizado por comprender las operaciones adicionales de: (5) secar el gas lavado, por condensación del vapor de agua del mismo; (6) recoger el efluente líquido del lavado, y separarlo en una fase orgánica y una fase acuosa que contiene cenizas volantes; -
10 (7) separar por filtración las cenizas volantes de la fase acuosa; (8) reclinar a la zona del lavado una porción de la fase acuosa filtrada, para usarla como líquido de lavado juntamente con el condensado proveniente de la zona de condensación; y (9) mezclar con dicha orgánica las
15 cenizas volantes filtradas, y reciclar la mezcla al horno de cuba.

13.- Un procedimiento de incineración, para deshacerse de basura sólida que contiene material orgánico combustible y material inorgánico incombustible, substancialmente tal como descrito en la presente particularmente con referencia a la figura 1 de los gráficos adjuntos, y tal como ilustrado en la misma.

14.- Un procedimiento de incineración, de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación 13, todas las veces que esté incluido en un procedimiento integrado,

25

M



404634

substancialmente tal como descripto en la presente parti
cularmente con referencia a la figura 2 de los gráficos
adjuntos, y tal como ilustrado en la misma.

5

15.- Un procedimiento de incineración, para des
hacerse de basura sólida que contiene material orgánico
combustible y material inorgánico incombustible.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que an
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y
con los fines que se han especificado.

10

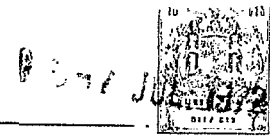
Esta Memoria consta de 38 hojas escritas a má
quina por una sola cara.

Madrid,
P.A.

-7 JUL 1972
Alberto de Eizaburu
Por Poder.

3.7.72

MCM. 



404634

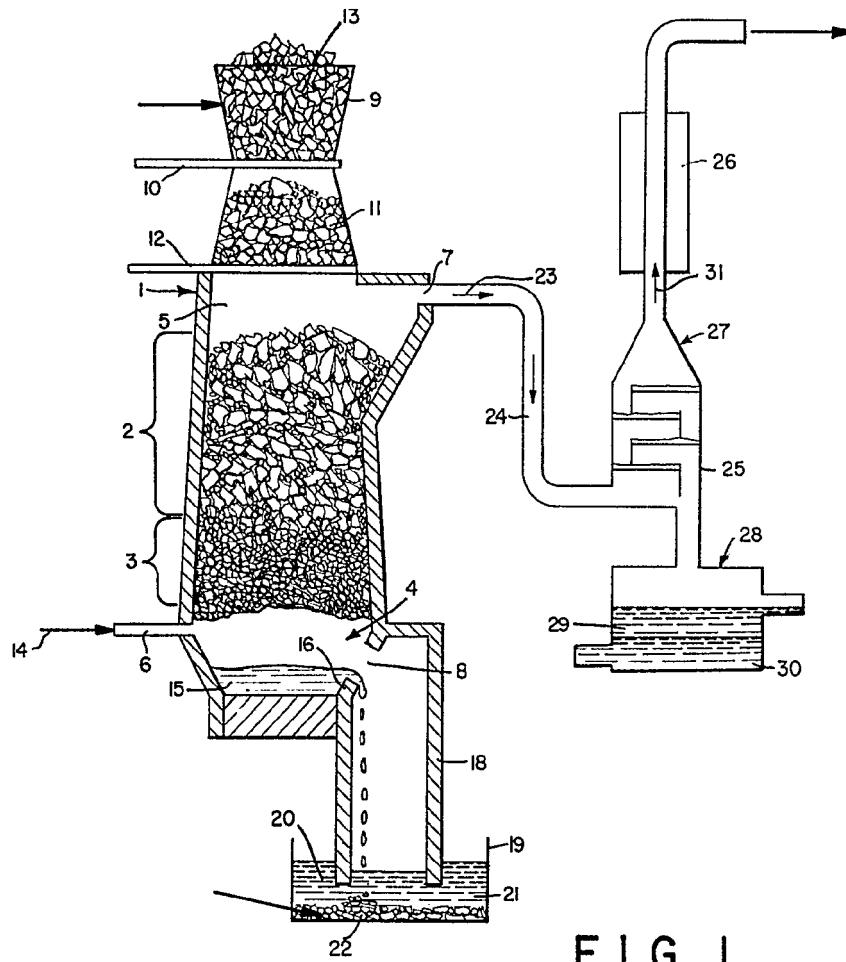


FIG. 1.

Alberto *[Signature]*
Patent



404634

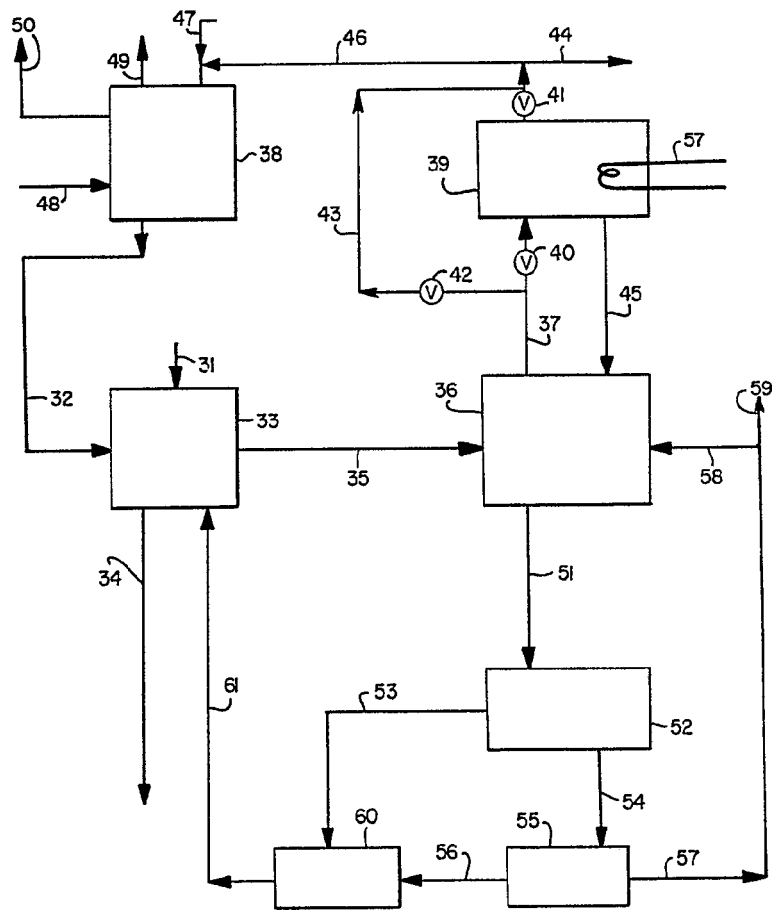
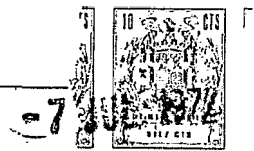


FIG. 2.

Amia



404634

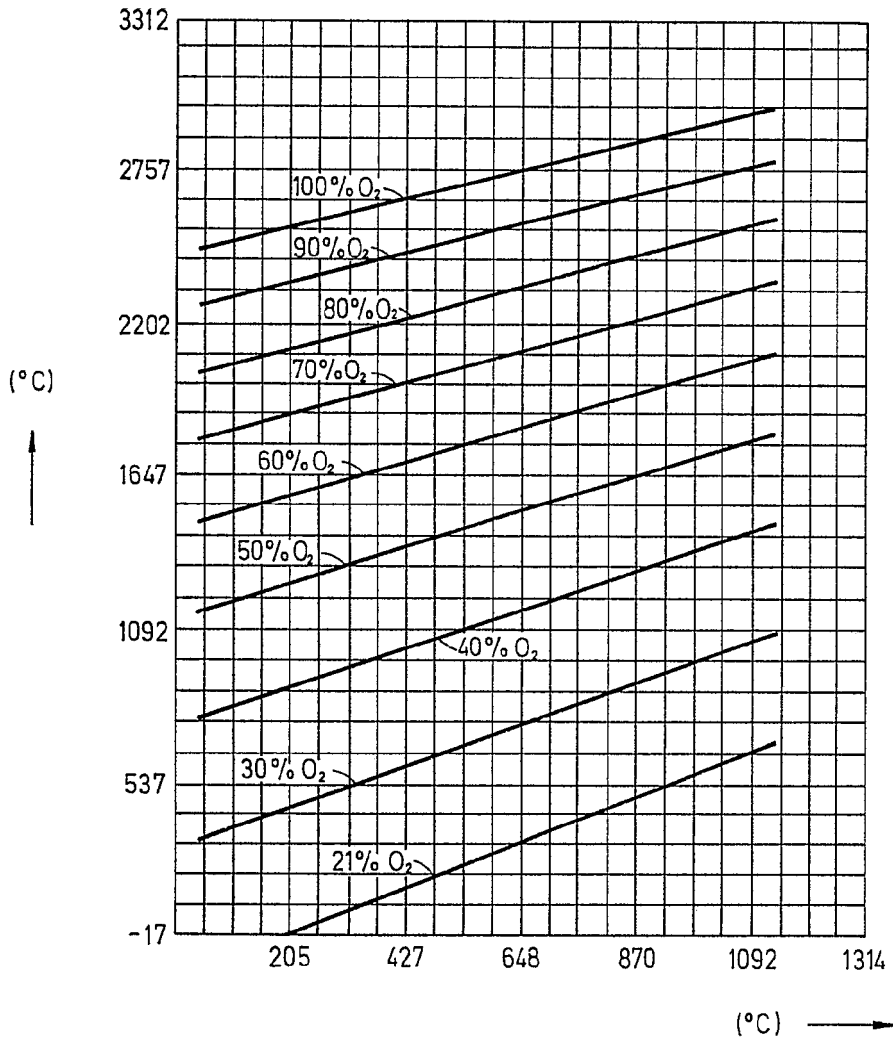


FIG. 3

APPROVED FOR PUBLICATION
FOR PATENT