

1 86559

- 9 ABR. 1949

5 CENTIMOS
MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 8 de enero de 1949, con el N.º 186.559

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de DIRECTIE VAN DE STAATSMIJNEN IN LIMBURG, actuando para y en nombre del Estado de Holanda, entidad holandesa, establecida en 2, van der Maesenstraat, Heerlen, Holanda, por:

"UN PROCEDIMIENTO, CON EL DISPOSITIVO CORRESPONDIENTE, PARA GASIFICAR SUSTANCIAS CARBONACEAS DE GRANO FINO".-

En esta solicitud, gasificación de polvo denota la gasificación de sustancias carbonáceas pulverulentas o de grano fino, como polvo de carbón, carbón pulverizado, coque menudo, serrín, lodo de carbón o similares, por medio de oxígeno o de gases que lo contienen.

según los métodos bien conocidos la gasificación



R. 1949

1 86559

de polvo puede realizarse de tres modos, a saber:

1. en forma similar a la gasificación de sustancias carbonáceas de grano grueso, en gasogenos de cába, gasificando en contra-corriente.

5 2. por gasificación en estado flotante, como ocurre en el gasogeno de Winkler.

3. por gasificación en estado fluyente, conduciéndose la sustancia a gasificar a través del reactor en corriente confluyente con los agentes de gasificación.

10 En la aplicación de estos métodos bien conocidos, se han sugerido hasta ahora las medidas siguientes para obtener el calor requerido para la gasificación:

a. calentamiento externo o calentamiento eléctrico.

15 b. como agente de gasificación se usa una corriente de gas de combustión obtenido a elevada temperatura por combustión perfecta o imperfecta de una parte del material a gasificar, cuya combustión, si es preciso, puede realizarse por fases.

20 c. un medio gasificador circulante se calienta a temperatura tan alta que el calor requerido para la gasificación puede ser aportado por este medio.

25 d. una parte del material a gasificar es quemado simultáneamente con la gasificación y en el mismo espacio de reacción, introduciendo el material a gasificar junto con oxígeno y vapor de agua en el espacio de reacción.

Con respecto a la calidad de las mezclas gaseosas producidas de acuerdo con los métodos bien conocidos, puede observarse que se obtienen principalmente tres tipos, a saber;



9 ABR. 1949

186559

1. mezclas gaseosas con pequeño calor de combustión de 1000-1300 kcal por m³, cuando se usa aire como medio gasificador.

5 2. si se aplica oxígeno como medio gasificador, mezclas gaseosas de una composición similar al gas de agua, con un calor de combustión de 2700-3000 kcal. por m³.

3. mezclas gaseosas compuestas principalmente de CO y H₂, cuya composición puede variarse dentro de límites restringidos, si se aplica un medio gasificador circulante.

10 Con respecto a la eficiencia de los métodos bien conocidos, puede observarse que la eficiencia, cuando se gasifica con arreglo al principio de la contra-corriente, es pequeña, porque la mezcla gaseosa obtenida contiene todavía muchas partículas de polvo no gasificados, lo cual
15 ocurre también con la escoria al paso que, además, el porcentaje de dióxido de carbono es alto como resultado de la inevitable formación de canales.

20 Cuando se gasifica en estado flotante, la mezcla gaseosa contiene también muchas partículas sin gasificar mientras que, en este procedimiento, la mezcla gaseosa obtenida tiene todavía una temperatura muy elevada de más de 1000°C.

25 Cuando se gasifica con arreglo al principio de contra-corriente, la eficiencia es también baja porque, asimismo en este caso, la mezcla gaseosa obtenida tiene una temperatura muy elevada de 1200-1300°C mientras que, además, la mezcla gaseosa, que sale del espacio de reacción, necesariamente ha llegado a tener incluso una temperatura supe-



1069

1 8655 9

rior que el material a gasificar. Cuando se aplican los
metodos de gasificación con circulación, por ejemplo, según
Wintershall-schmalfeldt o Koppers, la eficiencia disminuye
todavía, a causa de que el calentamiento del medio de circula-
5 ción supone pérdidas de calor, al paso que, a veces, una
parte del material a gasificar ha de derivarse también de
la corriente de gas.

Hablando en términos generales, puede sacarse la
conclusión de que la eficiencia de la gasificación, a defi-
10 nir como la proporción entre el calor de combustión de la
mezcla gaseosa obtenida y el calor de combustión del mate-
rial a gasificar, asciende sólo a 42 - 72 % en los bien
conocidos procedimientos, mientras que, cuando se gasifica
material de grano grueso, puede obtenerse una eficiencia
15 de 90 %. También la eficiencia del gasógeno empleado en
los bien conocidos procedimientos de gasificación de polvo
es mucho menor que cuando se gasifican substancia de grano
grueso, lo cual es especialmente un detalle chocante cuando
no se calcula la eficiencia por m² de sección del gasógeno,
20 sino por m³ del espacio de gasificación. En los procedi-
mientos de gasificación de polvo, el rendimiento es en gene-
ral menor de 200 m³ por m³ de espacio de gasificación al pa-
so que, cuando se gasifica material de grano grueso en gasó-
genos de cuba con salida de escorias, puede obtenerse un ren-
25 dimiento de 1500 m³ /m³.

Se ha comprobado que pueden obtenerse resultados
considerablemente mejores en la gasificación de polvo de
substancias carbonáceas, si el material a gasificar se ca-



186559

lenta previamente hasta casi la temperatura de gasificación en una cámara separada que está conectada con el reactor de gasificación y luego, después de ser introducido en el reactor de gasificación, se gasifica por medio de una corriente de gas de combustión, que es suministrada al reactor de gasificación a una temperatura que es superior a la temperatura de gasificación, cuya corriente de gas de combustión se obtiene por una combustión perfecta o imperfecta de cualquier combustible, con preferencia un gas, por medio de oxígeno o de gases que lo contienen, a cuya corriente de gas de combustión, si se requiere, se añaden vapor de agua y/o dióxido de carbono y/u otros agentes de combustión, como otra corriente de gas de combustión, y cuya corriente de gas de combustión tiene una velocidad en el reactor de gasificación que se regula de tal modo que siempre es un poco menor que la velocidad a la cual las partículas mayores del material a gasificar, que es introducido en el reactor, se mantendrían justamente en un estado flotante.

En el procedimiento según el invento la gasificación de polvo se realiza por medio del exceso de oxígeno, vapor de agua y/o dióxido de carbono que es o están presentes en la corriente de gas de combustión, al paso que el calor requerido para la gasificación es suministrado en parte por la corriente de gas de combustión. De este modo se obtienen resultados favorables, a saber especialmente:

1. la eficiencia de la gasificación se aumenta hasta aproximadamente 90 %.
2. la eficiencia del gasógeno aumenta también

**MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL**



1 8655 9

hasta el mismo valor que se obtiene en la gasificación de material de grano grueso en escorificación.

3. la composición de la mezcla gaseosa obtenida puede variarse, de modo que es posible producir mezclas gaseosas que puedan servir como materiales de partida para la síntesis de hidrocarburos, alcoholes, etc.

4. el material a gasificar puede consistir en partículas con dimensiones de 5-6 mm., sin necesidad de trituración, al paso que, además, un alto porcentaje de agua en el material a gasificar no presenta inconvenientes.

Por medio del procedimiento según el invento, pueden evitarse todos los inconvenientes mencionados de los procedimientos conocidos de gasificación de polvo, porque se emplean métodos enteramente nuevos.

A causa de la particular regulación de la velocidad de la corriente de gas de combustión, el procedimiento según el invento puede clasificarse en una clase intermedia entre la gasificación en estado de flotación y la gasificación en estado fluyente.

Cuando se gasifica en estado de flotación, la velocidad del gas se ajusta precisamente a tal valor que se evita la caída de las mayores partículas del material a gasificar, cuya velocidad puede considerarse como igual a la velocidad de caída o a la "velocidad de flotación" de las partículas mayores, al paso que las partículas menores son arrastradas por la corriente de gas.

Cuando se gasifica en estado fluyente la velocidad del gas es mayor que la "velocidad de flotación" de las partículas mayores.



1349

1 8655 9

En el procedimiento de acuerdo con el invento, la velocidad del gas se regula de tal modo que al entrar en el reactor de gasificación sea un poquito mayor que la "velocidad de flotación" de las partículas mayores. Luego puede tener lugar una lenta disminución constante de la velocidad del gas, de modo que quede constantemente un poco menor que la "velocidad de flotación" de las partículas mayores que son constantemente aligeradas por gasificación. Esto hace que todas las partículas sean arrastradas dentro del reactor al paso que, subsiguientemente, las partículas mayores caen un poco hasta un nivel en el cual la velocidad del gas es mayor, de modo que estas partículas son empujadas de nuevo hacia arriba. Como las partículas resultan menores como resultado de la gasificación, el fenómeno descrito se desplaza a un nivel superior.

Con referencia a las partículas menores y más ligeras, ocurre el mismo fenómeno en las partes situadas más arriba del reactor.

Con referencia a las partículas mayores y más pesadas, el proceso en las partes más elevadas del reactor puede compararse en cierto modo a una gasificación en un estado de flotación, con tal de que no se tenga en cuenta la importante diferencia de que en el procedimiento según el invento, no está presente en el reactor ninguna columna del material a gasificar y, además, que el material no permanece más que unos pocos segundos en el reactor.

Cuando se compara el proceso de gasificación en estado fluyente, puede observarse que en ese caso la veloci-



1 86559

dad del gas es siempre superior que la "velocidad de flota-
ción" de las partículas mayores, como resultado de lo cual
la altura del reactor o, en general, la longitud de la dis-
tancia a cubrir durante la gasificación, debe calcularse
5 con la debida tolerancia para la gasificación de las partí-
culas mayores. En relación con ello, habrían de construir-
se reactores con una distancia de gasificación de decenas de
metros, si el material a gasificar consiste en partículas de
dimensiones de 5-6 mm., al paso que el período de permanen-
10 cia en el reactor sería de 50-100 segundos, produciendo un
rendimiento muy bajo. Estas dificultades pueden eliminarse
pulverizando el material primero, pero por esta operación el
procedimiento resulta menos atractivo para su aplicación in-
dustrial. Por el contrario, según el procedimiento de
15 acuerdo con el invento, las partículas de 5-6 mm. pueden ga-
sificarse sin dificultades.

La producción del calor requerido para la gasifi-
cación de polvo en el procedimiento según el invento se rea-
liza asimismo en una forma nueva. A causa del hecho de que
20 el material a gasificar es calentado aproximadamente a la
temperatura de reacción en una cámara separada conectada con
el reactor de gasificación, no es necesario tener calor dis-
ponible en el reactor para secar y calentar el material a
gasificar. Este efecto es obtenido de un modo sencillo
25 introduciendo cualquier combustible, con preferencia un gas,
si se requiere, un gas obtenido derivando del reactor de
gasificación en uno o más lugares una parte de la mezcla
gaseosa formada en el reactor, dentro de la cámara separada



1949

1 8655 9

conectada con el reactor y produciendo allí una combustión perfecta o imperfecta, por ejemplo, con aire precalentado, o con oxígeno o con una mezcla de oxígeno y aire. Es posible añadir vapor de agua y/o dióxido de carbono y/u otros gases, por ejemplo, gas de combustión que ha sido producido en otro lugar cualquiera, al gas a quemar, o al aire, oxígeno, etc., o a la mezcla gaseosa de combustión obtenida, con lo cual la composición de la mezcla gaseosa de combustión obtenida, con lo cual la composición de la mezcla gaseosa a producir en la gasificación puede ser afectada. En la cámara de combustión separada antes mencionada, el material a gasificar es puesto en contacto con la mezcla gaseosa de combustión caliente, mientras la temperatura de dicha mezcla de gaseosa de combustión, caliente, que asciende en general a 1900-2000°C., es constantemente más alta que la temperatura de gasificación en el reactor. Si es necesario, el material a gasificar puede secarse previamente y precalentarse. La mezcla gaseosa de combustión, caliente, forma la corriente de gas de combustión, mediante la cual el material a gasificar es introducido en el reactor de gasificación.

Por medio de este método se obtienen los resultados siguientes en la cámara de combustión separada:

1. A causa de la alta temperatura las partículas mayores del material a gasificar se desintegran fácilmente, de modo que sin energía y gastos adicionales, tiene lugar una disminución del tamaño de las partículas.

2. El material que no esté seco o sólo lo esté en parte, es secado bruscamente y libertado de los componentes volátiles presentes en el mismo.



9 ABR 1949

1 8655 9

3. si la mezcla gaseosa de combustión contiene oxígeno libre, este oxígeno reaccionará con los componentes volátiles del material a gasificar y a la temperatura inicialmente baja del material no reaccionará con el carbón.

5 4. tan pronto como la temperatura de las partículas llega a unos 800°C. los hidrocarburos, especialmente los hidrocarburos pesados y los vapores de alquitrán, se descomponen en los componentes elementales;

10 5. a causa de que el período de permanencia de las partículas en la cámara de combustión no es mayor del requerido para el precalentamiento aproximadamente a la temperatura de gasificación en el reactor, estas partículas se convierten en partículas de coque, pero el carbono de estas partículas, practicamente, no se convierte todavía dentro de la cámara de combustión, porque:

15 a) la reducción de $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ a las temperaturas inferiores a 800°C. es muy pequeña;

20 b). $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ reaccionarán primero con los hidrocarburos ligeros, particularmente con CH_4 ;

c) la concentración de $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ puede mantenerse baja al principio y puede aumentarse luego añadiendo dióxido de carbono y vapor de agua y/o una segunda corriente de gas de combustión, producida en cualquier otro lugar.

25 A causa del procedimiento de acuerdo con el invento, el material a gasificar, antes de entrar en el reactor de gasificación, es fácilmente secado, libertado de componentes volátiles, descompuesto en los componentes elementales.



1 8655 9

les y precalentado a una temperatura de, al menos, 800-1000°C mientras que, además, se reduce el tamaño de las partículas.

La temperatura y la composición de la segunda corriente antes mencionada de gas de combustión, especialmente los porcentajes de CO_2 , H_2O , O_2 y N_2 , pueden regularse de acuerdo con la composición requerida de la mezcla gaseosa a producir por la gasificación. A causa del hecho bien conocido de que la velocidad de gasificación puede aumentarse aplicando un exceso de agentes gasificadores, el porcentaje de vapor de agua de esta segunda corriente de gas de combustión puede incrementarse consiguientemente, mientras también el contenido en dióxido de carbono puede elevarse especialmente si la mezcla gaseosa a producir por la gasificación debe tener un elevado porcentaje de monóxido de carbono. Este cambio de composición del medio gasificador puede tener lugar también en una cámara separada, si se requiere, por medio de una tercera corriente de gas de combustión, que puede obtenerse instantáneamente como la primera mezcla gaseosa de combustión/^{por combustión/}en esta tercera cámara, al paso que pueden añadirse también vapor de agua y/o gas de ácido carbónico, precalentados o no.

De este modo es posible efectuar el precalentamiento del material a gasificar en dos o más etapas, con lo cual se obtienen los resultados siguientes:

1. el material a gasificar y el medio gasificador se han llevado al mejor estado físico y químico posible para la gasificación, debido a lo cual es posible realizar la gasificación de tal modo que la velocidad relativa de la corrien



te de gas con respecto a las partículas a gasificar es mayor que en cualquier método conocido hasta ahora, como resultado de lo cual la velocidad de reacción de la gasificación y, por consiguiente, la eficiencia del reactor es mucho mayor que en el caso de los métodos bien conocidos.

2. A causa del hecho de que el material a gasificar ha sido calentado prácticamente a la temperatura de reacción de la gasificación, no es necesario realizar la gasificación al final a alta temperatura, sino que la temperatura se deja descender hasta 750-800°C., haciendo que las pérdidas de calor sean como un 50 % menores que cuando se aplican los métodos bien conocidos, de modo que es mayor la eficacia de la gasificación. La eficacia puede aumentarse todavía derivando en uno o más lugares del reactor parte de la mezcla gaseosa obtenida y devolviéndola a la cámara de combustión y, además, utilizando el calor de la parte restante que no ha sido derivada, una vez que la misma ha abandonado finalmente el reactor, con el fin de precalentar los gases requeridos en permutadores térmicos, de modo que puede llegarse a un rendimiento de 90 %.

3. Si la gasificación se realiza de tal modo que los componentes de cenizas fundan y se retira escoria fundida, la ventaja del precalentamiento según se ha descrito antes es evidente, en efecto, porque detrás del reactor de gasificación puede colocarse un segundo reactor que funcione como generador de escorificación. Debe cuidarse de que en el primer reactor de gasificación, en el cual reina la temperatura más elevada, la cantidad de gas de combustión como medio



1 8655 9

gasificador se haga tan pequeño que no pueda gasificarse más que la mayor parte del material a gasificar, después de lo cual la gasificación se acaba por medio de una tercera corriente de gas de combustión a una temperatura inferior en el segundo reactor de gasificación. De este modo puede derivarse una escoria fundida, al paso que no son arrastradas por la mezcla gaseosa producida sino pocas cenizas volantes.

4. Como quiera que la temperatura de la mezcla gaseosa de gasificación obtenida es considerablemente menor que el punto de fusión de la escoria, las cenizas volantes arrastradas por la mezcla gaseosa no funden, y de este modo no permanecen partículas de cenizas volantes en las tuberías de los recogedores de polvo, permutadores térmicos, etc., los cuales se instalan detrás del reactor y en conexión con él, no produciéndose obstrucciones.

5. el precalentamiento en el procedimiento según el invento puede determinar la obtención de una mezcla gaseosa con un elevado porcentaje de hidrógeno, porque el calor requerido para la gasificación es suministrado por el medio gasificador de modo que puede convertirse más vapor de agua al paso que, además, el porcentaje de hidrógeno aumenta, porque el hidrógeno presente en el material a gasificar, incluido el hidrógeno del alquitrán, puede estar presente como hidrógeno en la mezcla gaseosa obtenida.

Así, si se usa oxígeno como gas de combustión, puede producirse una mezcla gaseosa en la cual la relación $CO:H_2$ sea igual a 1:1 y, por tanto, precisamente como en el gas de agua, lo cual es contrario a la gasificación con oxígeno de

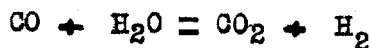


R. 1940

1 86559

5 combustibles de grano grueso, donde se obtienen mezclas gaseosas en las cuales el porcentaje de CO es, en general, de 2-2,5 veces el porcentaje de H₂. La mezcla gaseosa obtenida en la gasificación de polvo de acuerdo con el presente método, por consiguiente, es más adecuada para muchos fines, entre otros, como gas de síntesis.

10 A fin de obtener mezclas gaseosas adecuadas para diversas síntesis es necesario tener una relación CO:H₂ ajustable en la mezcla gaseosa, de modo que la mezcla gaseosa obtenida pueda usarse directamente como gas de síntesis, salvo en cuanto a una posible eliminación del dióxido de carbono. Este resultado puede obtenerse por el procedimiento según el invento introduciendo dentro del reactor de gasificación en uno o más lugares en que la reacción de gasificación ha terminado, vapor de agua o incluso agua en estado finamente dividido, haciendo que la temperatura de la mezcla gaseosa caiga a la temperatura requerida para la conversión del vapor de agua. Si, al mismo tiempo, se introducen en el reactor catalizadores para la conversión, como Fe₂O₃, MgO, etc., preferentemente en estado de fina división, el porcentaje de monóxido de carbono de la mezcla gaseosa puede regularse realizando la conversión de acuerdo con la ecuación



25 en la medida requerida.

Como quiera que, en lugar de vapor de agua, puede usarse igualmente agua, como aguas residuales, el procedimiento de acuerdo con el invento presenta también ventajas prácticas a este respecto.



186559

5 El porcentaje de metano en la mezcla gaseosa puede incrementarse de un modo sencillo, lo cual es de importancia con vistas a usarla como gas del alumbrado o para el suministro de gas a gran distancia, introduciendo catalizadores que sean adecuados para la formación de metano, dentro del reactor, en lugares en que la gasificación ha terminado y/o aumentando la presión en el reactor. Como quiera que la temperatura para la conversión de vapor de agua asciende a 380-450°C, al paso que el metano se forma entre 250 y 300°C.

10 puede formarse metano en una zona en que haya terminado la conversión de vapor de agua.

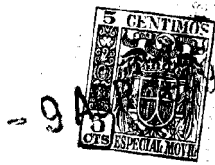
No solamente para la formación de metano, sino también en otros aspectos, pueden obtenerse resultados favorables aplicando una presión aumentada a la gasificación de

15 polvo. Una mayor presión produce un aumento en la velocidad de las reacciones físicas y químicas de la gasificación, al paso que la presión es inversamente proporcional al tiempo de gasificación y a la longitud de la distancia a cubrir por las partículas durante la gasificación. Por consiguiente, ya

20 a una sobrepresión de 3 atm., la eficacia del reactor será triple que a las presiones atmosféricas. De este modo, la eficacia de la gasificación de polvo puede ser mayor que la eficacia de la gasificación de combustibles de grano grueso.

25 A fin de obtener la energía requerida para aplicar una presión incrementada, se toman las siguientes medidas de acuerdo con el invento.

Si se trabaja con presión aumentada en un sistema que está cerrado en la medida de lo posible, en que el gas



1 86559

5 requerido para la combustión en la cámara de combustión se obtiene derivando parte de la mezcla gaseosa formada en el reactor de gasificación, solamente ha de aplicarse una ligera sobrepresión para introducir la corriente de gas dentro del reactor, la cual puede conseguirse añadiendo vapor de agua a la corriente de gas, bajo una presión algo mayor.

10 El material a gasificar puede introducirse en la cámara de combustión de un modo igualmente sencillo. El material se seca previamente en un autoclave, en el cual la presión se forma por evaporación del agua que es suministrada por el material a gasificar y es mantenida por medio de una válvula de seguridad a un valor algo mayor que la presión en la cámara de combustión o en el reactor, de modo que se evite una inversión de las llamas. El autoclave puede calentarse por medio de la mezcla gaseosa procedente del reactor, o en cualquier otra forma, por ejemplo, por calentamiento eléctrico.

20 La presión y la temperatura de la mezcla gaseosa gasificada producida puede usarse para accionar una turbina de gas, con lo cual puede obtenerse energía eléctrica suficiente para el dispositivo secador del material a gasificar, así como para otros dispositivos auxiliares. Particularmente, cuando la mezcla de gas sale del reactor a una temperatura relativamente alta, es posible producir en primer lugar, por medio del calor de la mezcla gaseosa, vapor suficiente para la alimentación de vapor de agua para todo el proceso al paso que luego la turbina de gas puede ser impulsada por medio de la mezcla gaseosa.



1 86559

Solamente para el aire u oxígeno se requiere un compresor separado que no exige sino poca energía, porque la cantidad de oxígeno asciende a 15-20 % aproximadamente de la cantidad de la mezcla gaseosa gasificada obtenida.

5 Cuando se aplica el método de acuerdo con el invento un pequeño compresor para el oxígeno puede producir una cantidad quintuple o séxtuple de mezcla gaseosa a presión. La mencionada turbina de gas o una turbina de vapor en contra-corriente, pueden producir la energía para este pequeño compresor.

10 Además, la rapidez de la gasificación puede aumentarse aplicando una alimentación pulsatoria de gas al reactor, al paso que la introducción de los gases dentro de la cámara de combustión puede tener lugar asimismo en una forma pulsatoria, con interrupciones simultáneas o con interrupciones de fase diferente. Las ventajas de tales pulsaciones aparecerán por el ejemplo siguiente:

20 Si, por ejemplo, la corriente de gas de combustión en la cámara de combustión y la corriente de gas de combustión en el reactor, cargadas ambas con el material a gasificar, son interrumpidas simultáneamente, las partículas en el reactor comenzarán a caer. En el primer período siguiente de semi-pulsación, entra nuevo gas de combustión con partículas, por las cuales las partículas descendentes antes mencionadas son bombardeadas y empujadas hacia arriba, al

25 paso que las partículas bombardeadas pierden su velocidad y son impulsadas hacia arriba a la pulsación siguiente. A causa de las pulsaciones, por consiguiente, las partículas



1949

1 86559

adquieran un movimiento de danza, no sólo en dirección vertical, sino también en direcciones que se desvían de la vertical. De ese modo la velocidad relativa de la corriente de gas es aumentada con respecto a la velocidad de las partículas, haciendo que la resistencia de las partículas a la gasificación sea disminuída y, por consiguiente, que la rapidez de la gasificación sea incrementada. Regulando el intervalo entre las pulsaciones, así como aplicando alteraciones de fase entre las pulsaciones en los dos espacios antes mencionados, puede afectarse considerablemente sobre el tiempo de gasificación.

Una especial ventaja adicional del método según el invento consiste en el hecho de que la mezcla gaseosa de gasificación obtenida de este modo contiene pocas cenizas volantes. Especialmente, el porcentaje de cenizas volantes puede ser muy bajo si la temperatura de la mezcla gaseosa que viene del reactor se ajusta a un valor tan alto, por ejemplo, de unos 1300-1400°C. que las partículas de cenizas del reactor son licuadas, siendo esta temperatura todavía lo bastante baja para evitar la sublimación de las partículas de cenizas.

Especialmente en el caso en que se usa oxígeno de gran calidad, puede obtenerse una mezcla gaseosa con un poder reductor intenso, consistente en una mezcla de 95-98 % de CO y H₂, que contiene muy pocas cenizas volantes. La mezcla gaseosa así obtenida puede aplicarse en procesos metalúrgicos, por ejemplo, en la reducción de minerales de hierro.

Constituye ya un hecho bien conocido el que el gas

MAIA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL
9 ABR. 1949

1 86559

de altos hornos puede usarse para la reduccion de minerales de hierro, pero esto supone el inconveniente de que el gas contiene productos de sublimacion, entre otros, finas particulas de dióxido de silicio que impiden la reduccion. Tam-
5 bién se ha sugerido aplicar una mezcla gaseosa, obtenida en los bien conocidos procedimientos de gasificacion de polvo, a la mencionada reduccion, pero el porcentaje de cenizas volantes es un inconveniente de esta mezcla gaseosa. En relacion con la alta temperatura de 1200-1400°C. la elimi-
10 nacion de polvo no puede, sin embargo, realizarse en la practica al paso que, eliminando posiblemente el polvo despues de enfriamiento, habria de aplicarse un sobrecalentamiento hasta la temperatura a la cual tiene lugar la reduccion de minerales de hierro.

15 En el procedimiento de acuerdo con el invento pueden obtenerse mezclas gaseosas que pueden usarse directamente para la reduccion de minerales de hierro, porque estas mezclas gaseosas, aunque consistentes en material pulverulento, pueden obtenerse practicamente exentas de polvo.

20 El procedimiento de acuerdo con el invento puede realizarse por medio de varias instalaciones, en las cuales la gasificacion puede tener lugar segun el principio de corriente confluyente, de contra-corriente, o tambien segun el principio de flujo transversal. En los dibujos anejos se
25 representan unos pocos ejemplos de instalaciones, diagramaticamente, pero ha de tenerse en cuenta que las instalaciones de acuerdo con el invento no quedan limitadas a estos ejemplos.



1960

1 86559

En la figura 1 se representa un diagrama de una instalación que trabaja de acuerdo con el principio de corrientes confluentes. En ella, el combustible de grano fino, por ejemplo, con un tamaño de grano de 0-10 mm., es conducido desde el recipiente 1 mediante un dispositivo de alimentación 2 a un autoclave secador 3 que es calentado eléctricamente por la espiral 4. La energía eléctrica para ello es engendrada por una turbina de gas 26. El autoclave está conectado con la cámara de precalentamiento 9, en la cual el material a gasificar es libertado de componentes volátiles y es calentado casi hasta la temperatura de reacción por la corriente de gas de combustión procedente de la cámara de combustión 5. En esta cámara de combustión 5 el gas que es suministrado por el tubo 8 es quemado por medio del aire y/u oxígeno procedentes de los tubos 6 y 7, añadiéndose vapor de agua y/o ácido carbónico. La mezcla obtenida es conducida desde la cámara 9 al reactor 10, a saber, en la parte inferior 10a. Además, dentro del espacio 10a se introduce una corriente de gas de combustión, que ha sido producido en la cámara 11 y obtenido por combustión de un gas alimentado por el tubo 14, que ha sido derivado del tubo 8. Es conducido aire y/u oxígeno por el tubo 12 y vapor de agua y/o gas de dióxido de carbono por el tubo 13 dentro de la cámara 11.

El reactor 10 está construido como un embudo, lo cual hace que la velocidad del gas en una sección horizontal sea menor que en una sección horizontal situada más abajo al paso que, además, es posible regular la velocidad del



1 86559

5 gas de acuerdo con el tamaño de las partículas a gasificar. De este modo, una construcción sencilla permite aumentar el período de permanencia de las partículas mayores y aumentar la velocidad relativa de las partículas con respecto a la velocidad de la corriente de gas, como antes se ha descrito.

10 Otras mezclas gaseosas y material a gasificar pueden introducirse en el reactor, si se precisa, a través de las aberturas de entrada 15 y 16, que pueden construirse así mismo como quemadores. Para convertir el gas en el reactor puede suministrarse agua en 17 como fina pulverización por dispositivos divisores, al paso que en 18 pueden introducirse en el reactor catalizadores pulverulentos. La mezcla gaseosa producida abandona el reactor por la salida 19 y por el tubo 20 entra en el separador de polvo 21, del cual las partículas separadas son retiradas por medio de un cierre en 22, al paso que la mezcla gaseosa pasa por el tubo 23 y el permutador térmico (caldera de vapor) 24 al tubo 25, desde el cual una parte del gas es suministrada al tubo 8, conduciéndose el resto a la turbina de gas 26, desde la cual el tubo 27 suministra el producto final.

20 En lugar de con un sólo reactor en forma de embudo, pueda usarse una instalación, según el invento, como se indica en la figura 2, en combinación o no con un reactor en forma de embudo. En la figura 2 se representa la parte inferior del reactor dentro de la cual se introducen el material a gasificar y la corriente de gas, en el fondo del reactor, a través de la entrada 1 y del espacio 2, al paso que una mezcla gaseosa de combustión procedente de la cámara 4



- 9 ABR. 1949.

1 86559

es introducida también en la parte inferior del reactor a través del espacio 2.

5 En el reactor 3 se ha montado cierto número de placas refractarias una encima de otra, describiéndose las placas 5 y 7 de las mismas. Las partículas mayores del material a gasificar chocan contra la cara inferior de la placa 5, haciendo que caigan hacia atrás y, en general, también que se fragmenten. La corriente de gas arrastra las partículas que caen, de modo que las partículas están danzando hacia arriba y hacia abajo entre la entrada y la placa 5 hasta que disminuyen y son gasificadas en tal medida que son arrastradas por la corriente de gas a lo largo de la placa 5.

15 Debido al hecho de que el reactor está estrechado entre las placas 5 y 7 (y así sucesivamente) las partículas que son arrastradas por encima de la placa 5 chocan contra la placa 7 y caen, de modo que una parte de las partículas se acumula sobre la cara superior de la placa 5, donde son gasificadas. Las partículas arrastradas por el gas hasta encima de la placa 7 chocan contra la placa más alta siguiente de modo que se repiten los fenómenos mencionados.

20 Las placas pueden estar soportadas por tubos de hierro refrigerados interiormente, cubiertos con material refractario y protegidos contra el desgaste. Este soporte se indica en 8.

25 Si se precisa, parte del material a gasificar y una mezcla gaseosa de la misma composición que la alimentada en 1 o que difiera de la misma, pueden introducirse en



1 86559

5 el reactor por la entrada 9. También es posible aplicar dos o más aberturas de entrada 9 a un nivel diferente. Estas aberturas de entrada pueden estar construídas de tal modo que sea posible una admisión radial o tangencial, al paso que pueden estar dirigidas horizontalmente o hacia abajo o hacia arriba. Las aberturas de entrada 9 se disponen con preferencia en aquellos lugares en que el reactor se estrecha, como se indica en 9 en el dibujo.

10 De acuerdo con el principio de contra-corriente, la gasificación según el invento puede realizarse por medio de un dispositivo, según se indica en el diagrama de la figura 2. El material a gasificar es insuflado a través del dispositivo de entrada 1 dentro del reactor 2 en la parte superior, al paso que la corriente de gas es introducida desde el espacio 3 dentro de la parte inferior 2a del reactor. Las partículas a gasificar caen en el reactor y son frenadas por la corriente de gas. Como el reactor 2 está construído a modo de embudo, el fenómeno descrito en la figura 1 tiene lugar, si la velocidad del gas se regula del modo antes descrito de acuerdo con el tamaño de las partículas. Por medio del quemador 4, puede admitirse otra cantidad de agente de gasificación dentro del reactor, con preferencia tangencialmente. La instalación según se describe aquí presenta la ventaja adicional de que, una vez que 25 las partículas han sido refrenadas por la corriente de gas y arrastradas en dirección ascendente, tienen lugar choques contra las nuevas partículas procedentes de arriba, determinando que la acción favorable del reactor sea incrementada todavía.



1 86559

5 Cuando se aplica el principio del flujo transversal, el procedimiento de acuerdo con el invento puede realizarse, por ejemplo, en un dispositivo según se representa en la figura 4. El material a gasificar se introduce por el dispositivo de entrada 1 dentro del reactor inclinado y rotativo 3, al paso que la corriente de gas entra en el reactor desde la cámara 2. La velocidad de la corriente de gas se regula de tal modo que las partículas mayores no sean arrastradas, sino que sean depositadas. Cuando el reactor gira alrededor de su eje, las partículas separadas son arrastradas a lo largo de la pared por medio de las paletas 4, hasta que se deslizan desde las paletas y son puestas de nuevo en contacto con la corriente de gas transversalmente a la dirección de flujo. Por medio de las paletas que tienen una anchura que aumenta en la dirección de la corriente de gas, según se indica en la figura, y que pueden estar construídas en forma de una espiral, pueden formarse remolinos dentro del reactor, determinando un mejor contacto entre las partículas y el gas. En el espacio 5 las partes de ceniza 7 son recogidas y expulsadas, abandonando la mezcla gaseosa el reactor por el escape 6.

25 Si se requiere, pueden conectarse dos o más de estos reactores rotativos uno tras otro. Además, es posible construir el reactor de tal modo que se incline hacia arriba, en lugar de hacia abajo, pudiendo montarse placas en el reactor, contra las cuales chocar las partículas.



186559

- 9 ABR 1949

La corriente de gas puede también ser introducida en el reactor en la dirección que es transversal a la de flujo de las partículas admitidas en el reactor, como se indica en la figura por la flecha 8.

5 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda el 8 de enero de 1948, bajo el número 138.286, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

15 1º.- Un procedimiento para la fabricación de mezclas de gas por gasificación de material carbonáceo de grano fino, caracterizado por precalentar el material a gasificar en una cámara separada conectada con un reactor gasificador hasta aproximadamente la temperatura de gasificación y, subsiguientemente, después de entrar en el reactor gasificador, gasificar el material por medio de una corriente de gas de combustión introducido en el reactor gasificador a una tempe-
20 ratura que es mayor que la temperatura de gasificación, cuya corriente de gas de combustión se obtiene por una combustión perfecta o imperfecta de cualquier combustible, con preferencia un gas, por medio de oxígeno o de gases que contiene oxígeno, a



186559

cuya corriente de gas de combustión pueden añadirse vapor de agua y/o dióxido de carbono y/u otros agentes de gasificación tales como otra corriente de gas de combustión, si se precisan, y cuya corriente de gas de combustión tiene una velocidad, dentro del reactor de gasificación, que es regulada de tal modo que es constantemente inferior a la velocidad a la cual las partículas mayores del material a gasificar introducido en el reactor se mantendrían justamente en estado de flotación.

10 22.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 19, caracterizado porque el material a gasificar se introduce en contra-corriente con la corriente de gas de combustión en una dirección ascendente dentro del reactor vertical de gasificación, al paso que la velocidad de la corriente de gas de combustión disminuye en la dirección de esta corriente, porque la sección del reactor de gasificación aumenta en esta dirección.

20 23.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 2, caracterizado por introducir el material a gasificar en un reactor vertical en contra-corriente con la corriente de gas de combustión que es introducida en una dirección ascendente, al paso que la velocidad de la corriente de gas de combustión disminuye en la dirección de esta corriente, porque la sección del reactor de gasificación aumenta en esta dirección.

25 24.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 19, caracterizado por introducir el material a gasificar en contra-corriente con la corriente de gas de combustión



1949

18655

5 en una dirección ascendente dentro de un reactor vertical de gasificación, al paso que la velocidad de la corriente de gas de combustión y la velocidad de las partículas del material a gasificar varían porque la pared del reactor de gasificación se estrecha a intervalos regulares, estando
10 dispuesta una placa horizontal entre cada par de partes estrechadas, contra cuya placa chocan las partículas, al paso que la corriente de gas de combustión con las partículas arrastradas es conducida hacia arriba a lo largo del borde de esa placa.

15 5º.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 1º, caracterizado por introducir el material a gasificar, bien en contra-corriente con la corriente de gas de combustión, bien en una dirección que es perpendicular a la
20 dirección de la corriente de gas de combustión o que forma un ángulo agudo con respecto a la misma, en una dirección hacia arriba o hacia abajo dentro de un reactor inclinado de gasificación que gira en torno del eje longitudinal, al paso que las partículas del material a gasificar y que son depositadas
25 contra la pared giran junto con el reactor por medio de paletas, hasta que caen de nuevo dentro de la corriente de gas de combustión.

6º.- Un procedimiento según se reivindica en los puntos 1 a 5 caracterizado por introducir la corriente
25 de gas de combustión dentro del reactor en más de un sitio y porque puede tener una porcentaje diferente de vapor de agua y/o ácido carbónico en los diferentes puntos de introducción.



R. 1049

1 86559

7º.- Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos 1 a 6, caracterizado por precalentar el material a gasificar en una cámara separada por medio de una corriente de gas de combustión, obtenida en la misma cámara por una combustión perfecta o imperfecta de cualquier combustible, con preferencia un gas, a cuya corriente de gas de combustión se añade, si se requiere, vapor de agua y/o dióxido de carbono y/u otros agentes de gasificación, tales como otra corriente de gas de combustión y, subsiguientemente, introducir el material precalentado en un reactor de gasificación por medio de esta corriente de gas de combustión, después de pasar o no por una segunda cámara conectada entre la cámara antes mencionada y el reactor en cuya segunda cámara tiene lugar la mezcla y, si se requiere, otro precalentamiento, con una corriente de gas de combustión que es producida en dicha segunda cámara, en la misma forma que en la cámara separada primeramente mencionada.

8º.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 7, caracterizado porque una mezcla de gas que contiene mucho hidrógeno es obtenida introduciendo en el reactor, en uno o más puntos, donde la gasificación ha terminado casi, vapor de agua o agua, así como catalizadores para convertir monóxido de carbono con vapor de agua.

9º.- Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos 1 a 8, caracterizado por introducir catalizadores en el receptor para la formación de metano en uno o más sitios, donde reina una temperatura que es inferior a la temperatura de gasificación.



ABR. 1949

186550

10.- Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos 1 a 9, caracterizado por una gasificación bajo presión incrementada.

5 11.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 10, caracterizado por secar previamente el material a gasificar en un autoclave en el cual la evaporación del agua suministrada por el material determina la formación de una presión que es regulada de tal modo que esta presión es constantemente superior a la presión en el reactor.

10 12.- Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos 1 a 11, caracterizado porque dicho combustible, es una mezcla gaseosa, obtenida extrayendo del reactor una parte de la mezcla gaseosa formada en la gasificación.

15 13.- Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos 1 a 12 caracterizado por utilizar el calor de la mezcla gaseosa manufacturada en una turbina de gas, y utilizar la energía engendrada de este modo entera o parcialmente para precalentar el material a gasificar.

20 14.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 13, caracterizado por realizar la gasificación entera o parcialmente a una temperatura que es superior a la temperatura a la cual los componentes de cenizas del material a gasificar son licuados y pueden extraerse como escoria fundida.

25 15.- Un procedimiento según se reivindica en el punto 14, caracterizado porque se obtiene una mezcla gaseosa adecuada para reducir minerales y que casi no contiene cenizas



R. 1949

1 86559

volantes, manufacturando la corriente de gas de combustión o corrientes por medio de oxígeno o gases de un elevado porcentaje de oxígeno.

5 16°.- Un procedimiento según se reivindica en cualquiera de los puntos 1 a 15, caracterizado por un suministro pulsatorio de la corriente de gas de combustión al reactor y, si es necesario, de una alimentación pulsatoria de gas a la cámara separada, con interrupciones simultáneas o con interrupciones que difieren en fase.

10 17°.- Un dispositivo que realiza el procedimiento reivindicado en el punto 2 o 3, caracterizado por un reactor vertical que se estrecha hacia el extremo inferior, como un embudo.

15 18°.- Un dispositivo para realizar el procedimiento reivindicado en el punto 4°, caracterizado por un reactor vertical, cuya pared presenta puntos estrechados a distancias regulares al paso que, entre todos los puntos estrechos, va dispuesta una placa horizontal refractaria, de tal modo que la mezcla de gasificación puede pasar a lo largo del borde de la placa.

20 19°.- Un dispositivo para realizar el procedimiento reivindicado en el punto 5, caracterizado por un reactor cilíndrico inclinado que gira alrededor del eje longitudinal y en cuyo interior, sobre una parte de su longitud, se montan paletas longitudinalmente.

25 20°.- Un procedimiento, con el dispositivo

COPIA REPRODUCCION
CON DEFECTO DEL ORIGINAL



186559

correspondiente, para gasificar sustancias carbonáceas de grano fino.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Entre líneas "por combustión"-Vale-

Esta Memoria consta de treinta y una hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 9 ABR. 1949

P. A.

Alberto de Elzaburu

Por Poder

10

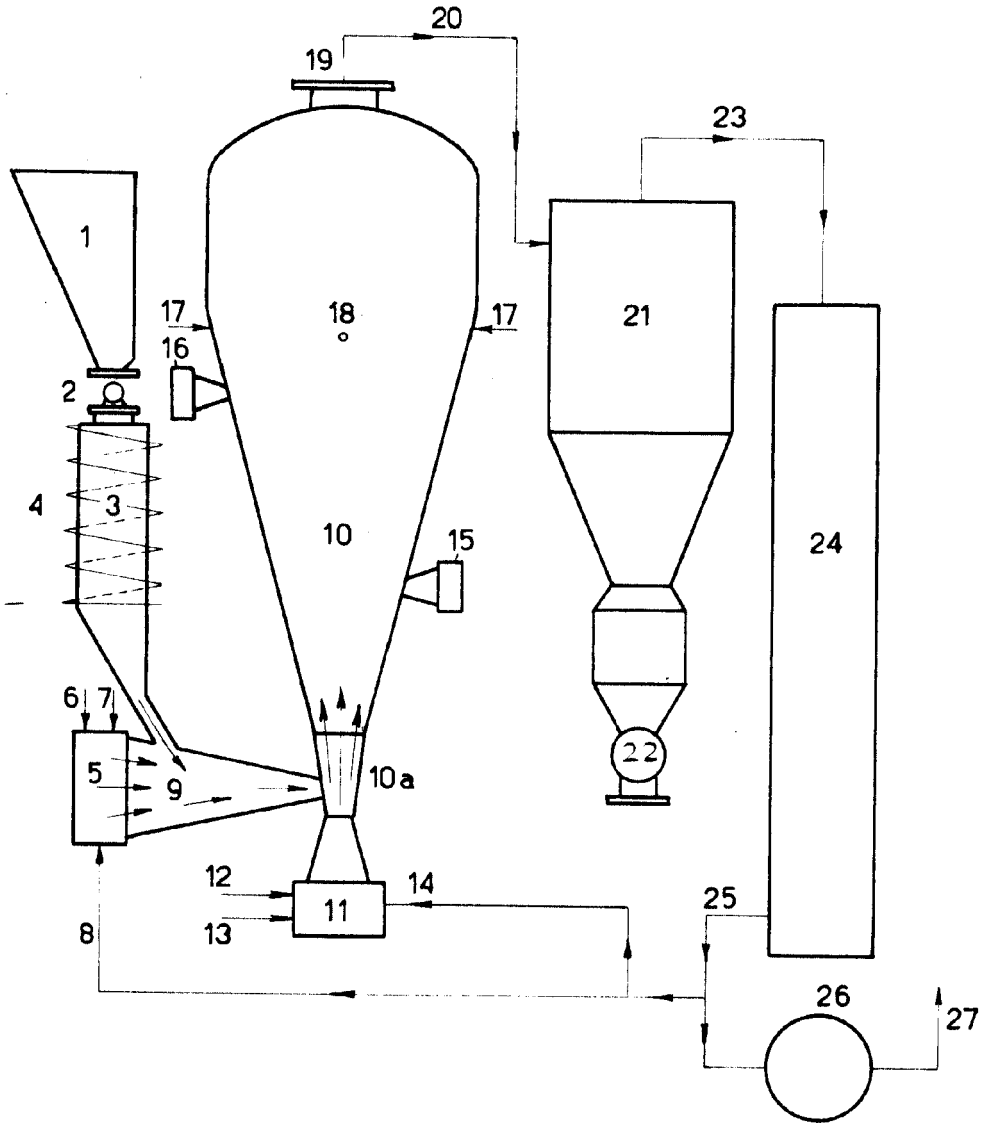
Ch/.

(actuando para y en nombre del Estado de Holanda.-)

186559



FIG.1



P. - . - .

Alberto de Eschburg

