29 MAYO

P.- 57.460

BM

425775

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

A nombre de BOLIDEN AKTIEBOLAG

entidad sueca

Int. B01J, C10B, H05B // C22B, C21B

establecida en Sturegatan 22, Estocolmo, Suecia

por: "UN METODO MEJORADO DE EFECTUAR PROCEDIMIENTOS QUIMICOS Y/O FISICOS QUE REQUIEREN CALOR"
(Clase Internacional B01j, C22b)

27/5/74



POOR QUALITY

El presente invento se refiere a un método de efectuar procedimientos químicos y/o físicos que requieren calor en una cámara de reacción en la que hay un lecho que está constituido sustancialmente por material que toma parte en el procedimiento, en donde al menos parte de la energía requerida para dicho procedimiento se genera electroinductivamente en el propio lecho, al mismo tiempo que se emplea una bobina de inducción a través de la cual se hace pasar corriente alterna y que está situada fuera de la cámara de reacción.

El invento se refiere principalmente a un método de efectuar prodedimientos que requieren calor en un lecho de coque. El coque, que se produce del carbón mineral de edad variable o de lignito o carbón mineral producido por pirólisis de otro material orgánico, se emplea en la técnica en una variedad de procedimientos diferentes, en los que el material carbonoso se oxida y/o se combina o disuelve en otras sustancias. En lo sucesivo por el término coque se quiere decir todo material de carbón producido por pirólisis de material orgánico.

El calor requerido para los procedimientos antes mencionados puede suministrarse a la cámara de reacción por cierto número de modos diferentes. Por ejemplo, el coque y otros reaccionantes pueden calentarse previamente o el calor puede generarse en la cámara de reacción

por combustión parcial del coque, o el calor puede suministrarse a través de las paredes de la cámara.

Otros métodos se basan en el calentamiento directo de coque o la mezcla de reacción por medios eléctricos. Este último método a menudo proporciona ventajas sobre los métodos antes mencionados, a pesar del precio relativamente alto que normalmente tiene la energía eléctrica por unidad de energía. Estas ventajas incluyen menos aparatos voluminosos para el procedimiento real y para el posible manejo de gases residuales, un alto grado de flexibilidad con respecto a la forma en que se efectúa el procedimiento, un aumento del grado de selectividad con respecto a la elección de los materiales de partida que poseen diferentes propiedades, un alto grado de eficacia con respecto a la energía suministrada al procedimiento y un aumento del alcance respecto al tamaño económico del aparato de producción.

Un método usual de proporcionar energía eléctrica es suministrar corriente a través de electrodos para calentar la masa de reacción por calentamiento con resistencia o por arcos eléctricos.

Con otro método eléctrico se inducen corrientes en la masa de reacción o en el material por aplicación de un campo electromagnético alterno sobre la masa, es decir el denominado calentamiento inductivo. El calen

29 ENE 1974

tamiento inductivo se ha propuesto, entre otras cosas, para aplicación en relación con la fabricación de coque a partir de carbón mineral. Debido a la resistividad eléctrica relativamente alta del material, se ha supuesto que es necesario en tales casos o bien emplear un campo alterno de alta frecuencia o permitir que el material sea calentado hasta formar el devanado secundario de un aparato similar a un transformador.

Sin embargo, la utilización de altas frecuencias, origina ciertas limitaciones de naturaleza técnica y económica. Además, por razones prácticas se desea en muchos casos evitar el método del transformador, en el que el carbón mineral u otro material se colcca en un conducto para formar un circuito cerrado.

Se ha encontrado ahora sorprendentemente que se ha alcanzado un resultado particularmente favorable en el aspecto técnico y económico cuando se llevan a cabo procedimientos del tipo mencionado en la introducción si, de acuerdo con el presente invento, se emplea un lecho que tiene una resistividad ($\rho$) dentro del intervalo entre $10^{-4}$ y 10 ohm.m y una corriente alterna de baja frecuencia que es a lo sumo diez veces la frecuencia de la red, preferiblemente como máximo cinco veces la frecuencia de la red, y si se mantiene una relación entre la dimensión transversal mínima (d) del área del

29 MAR 74

lecho y la profundidad de penetración ($\delta$) del campo inductivo entre 0,2 y 2,5, preferiblemente un valor determinado por la relación.

$$\frac{d}{\delta} = K(0{,}54 - 0{,}35 . \log_{10}\rho)$$

donde K es un valor numérico entre 1,1 y 1,5 de preferencia aproximadamente 1,2. La expresión profundidad de penetración se emplea en su significado aceptado, es decir el designado por:

$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\omega . \mu m}}$$

donde $\omega$ es la frecuencia angular del campo electromagnético medida en radianes por segundo, $\mu$ es la permeabilidad (en el caso de materiales no magnéticos aproximadamente $4\pi.10^{-7}$) y $\rho$ es la resistividad del lecho medido en ohm.m. La dimensión transversal d del area del lecho se mide en metros. Así, de acuerdo con el invento se encontró posible efectuar los procedimientos del tipo antes mencionado mientras se empleen bajas frecuencias, siendo necesario solamente aumentar la dimensión

29 MAR 1974

transversal del lecho en un grado relativamente pequeño en comparación con las dimensiones requeridas con calentamiento conocido por baja frecuencia de material que tiene una resistividad baja. Puede citarse a modo de ejemplo que cuando se calienta inductivamente un lecho de coque que tiene una resistividad de $10^{-2}$ ohm.m con una corriente alterna que tiene una frecuencia de 100 Hz, se ha encontrado que puede emplearse enteramente de forma satisfactoria una bobina de inducción con un diámetro de solo 7,5 m y una relación entre la altura y el diámetro de la bobina de 0,6.

De acuerdo con el invento, se ha encontrado que pueden generarse grandes cantidades de energía en un lecho de coque con un campo electromagnético de intensidad moderada. Al mismo tiempo, se ha encontrado que las pérdidas causadas por calentamiento inductivo de la bobina de inducción, si la bobina está hecha de cobre, alcanzan sólo un porcentaje pequeño de la energía suministrada. Así, en el ejemplo antes mencionado fueron generados 30 MW en el lecho de coque a una intensidad de campo de sólo 50 KA/m; las pérdidas en la bobina de cobre alcanzaron solamente 600 KW, es decir 2% de la energía suministrada.

Así, cuando se utiliza de acuerdo con el invento esta aplicación ampliada del principio de calen-

29 1974

tamiento inductivo, que puede aplicarse para calentar material en terrones en lechos que tienen una resistividad en el intervalo de 10 a $10^{-4}$ ohm.m, la alta resistividad que se ha considerado antes un obstáculo se ha convertido ahora en una ventaja.

Cuando se aplica el método del presente invento, es normal emplear corriente alterna a la frecuencia de la red cuando se desea tomar energía de la red, puesto que de este modo es posible mantener bajos costes de aparato y operación. Si es necesario aumentar la frecuencia, es conveniente pasar a través de la bobina de inducción una corriente alterna cuya frecuencia no sea mayor de diez veces la frecuencia de la red, adecuadamente un número entero múltiplo de la frecuencia de la red y preferiblemente no mayor de cinco veces la frecuencia de la red. Dentro de los intervalos dados es posible obtener corriente de la frecuencia deseada a bajo costo y con un alto grado de eficacia, puesto que es posible emplear motores no caros o generadores accionados por turbinas de construcción sencilla; alternativamente pueden emplearse multiplicadores de frecuencia o rectificadores de corriente controlados por tiristor, por ejemplo, en aquellos casos donde no se requieren cargas de potencia de poder excesivamente alto.

En resumen puede mencionarse que se pro-

porcionan las siguientes ventajas en comparación con las técnicas conocidas hasta ahora, cuando se suministra inductivamente energía a baja frecuencia o relativamente baja frecuencia a un lecho que tiene una resistividad en el intervalo de 10 a $10^{-4}$ ohm.m:

1. Puede aumentarse considerablemente la energía desarrollada por unidad de volumen de unidades de reactor relativamente grandes; con esto se proporciona un reactor altamente productivo.

2. La profundidad de penetración del campo es grande en relación con el área de la sección transversal del reactor, con lo que se proporciona una generación más uniforme de energía sobre la sección transversal del reactor.

3. Pueden desarrollarse inductivamente cantidades de energía no obtenidas hasta ahora.

4. Se mejora ampliamente la eficacia eléctrica.

5. Los aparatos para generar corriente de la baja frecuencia deseada son menos caros y de construcción más sencilla y se obtienen eficacias eléctricas altas; a menudo puede emplearse la frecuencia de la red.

Cuando se lleva a cabo el método del invento no es necesario proporcionar todo el calor requerido electroinductivamente. Por tanto, corresponde al alcance

del invento suministrar a la cámara de reacción parte del calor requerido para el procedimiento quemando en dicha cámara sustancias combustibles.

El invento puede aplicarse con ventaja cuando se coquiza carbón mineral que, durante el proce dimiento de coquización, es alimentado preferiblemente al menos sustancialmente de forma continua a través de la cámara de reacción, siendo generado el calor producido inductivamente en una parte del material que se coquiza y que ha sido liberado prácticamente de forma completa de constituyentes gasificables. Puesto que el calor producido inductivamente se genera directamente en el material que se coquiza, se obtiene un procedimiento de coquización rápido, con el cual puede coquizarse una cantidad significativa de carbón mineral por unidad de tiempo en un aparato relativamente pequeño.

El coque resultante se descarga adecuadamente de la cámara de reacción a través de un obturador de líquidos, en el cual se enfría el coque, con lo que se evitan muchas desventajas sanitarias. Para mejorar la calidad del material coquizado, puede disponerse que al menos parte del gas y/o los hidrocarburos de coquización cargados en la cámara de reacción pase a través del material coquizado o sustancialmente coquizado que está situado en la cámara de reacción y que se mantenga al me

nos a la temperatura requerida para craquear el gas y los hidrocarburos de coquización, con lo que se origina carbono que precipita en el material coquizado, aumentando ampliamente la resistencia del coque. De este modo es posible producir un coque de alta calidad, tal como coque metalúrgico, a partir de materias primas secundarias.

Parte del calor requerido para el procedimiento de coquización puede suministrarse a la cámara de reacción para quemar directamente en la misma sustancias susceptibles de arder, siendo efectuada dicha combustión preferiblemente fuera del contacto con el material coquizado. Las sustancias combustibles pueden emprender la totalidad o parte de los gases formados durante el procedimiento de coquización, aunque también dichas sustancias pueden comprender, bien completa o parcialmente, combustibles, tales como hidrocarburos, suministrados a la cámara de reacción desde el exterior. El calor generado directamente por combustión en la cámara de reacción puede emplearse adecuadamente para calentamiento previo y coquización parcial del carbón mineral cargado en dicha cámara. El calor generado en la combustión de las sustancias combustibles y no absorbido por el material en la cámara de reacción puede recogerse en la cámara de reacción en una porción de radiación de una

caldera de vapor dispuesta adyacente al reactor, estando situada dicha porción de radiación en la cámara de reacción. Alternativamente, al menos parte del contenido de calor de los gases formados en el reactor de coquización puede emplearse para fabricar, por ejemplo vapor o energía eléctrica. En el caso de energía eléctrica, puede producirse ventajosamente con la realización presente del invento, y también con otras realizaciones del mismo, con ayuda de turbinas de vapor o gas, convenientemente turbinas de aire caliente. La energía eléctrica así producida puede emplearse para suministrar al procedimiento y puede producirse en forma de una corriente alterna a la frecuencia requerida por el procedimiento en cuestión. De forma semejante, el aire moderadamente caliente procedente de una turbina de aire caliente puede emplearse para efectuar el procedimiento de combustión antes mencionado en la cámara de reacción, con lo que se proporciona el procedimiento con un alto grado de eficacia térmica.

El invento también puede emplearse ventajosamente en unión con la reducción y/o carburación de un medio gaseoso, por ejemplo, para fabricación de gases reductores o protectores, con lo que el medio gaseoso, que puede comprender, por ejemplo vapor de agua, gases circulantes de procedimientos de reducción mezclados opcionalmente con hidrocarburos, etc., puede hacerse pasar sustancialmente de

forma continua a través del lecho de coque calentado inductivamente durante el consumo progresivo del mismo. Similarmente, en el caso de coquización es posible alcanzar con este método una producción muy alta con un reactor aunque de pequeñas dimensiones, debido al hecho de que el calor generado inductivamente se distribuye relativamente de modo uniforme a través de todo el lecho de coque. La temperatura del lecho se mantiene convenientemente en una magnitud tal que la escoria que se forma a medida que se consume el coque en el lecho se obtiene en forma de una masa fundida en el fondo de la cámara de reacción, siendo la masa fundida de escoria extraida de dicha cámara bien intermitente o continuamente. Esto facilita la eliminación de la cámara de reacción del residuo formado a medida que se consume el coque. Con objeto de mantener condiciones uniformes en la cámara de reacción, es conveniente sustituir sustancialmente de forma continua el coque consumido en el lecho de coque. La sustitución del coque consumido por coque en el lecho puede realizarse en la cámara de reacción, suministrando carbón mineral a la cámara y coquizando el carbón mineral en ella, con lo cual se permite que el lecho sea construido de una materia prima barata y la calidad del coque formado sea mejorada de la manera descrita referente a la coquización del carbón mineral, mientras que se utilizan simultáneamente en el procedimiento los hidrocarburos liberados du-

29 MAYO 1974

rante el proceso de coquización y/o suministrados a la cámara de reacción. Para mejorar el ahorro de calor del procedimiento, el medio gaseoso que ha de reducirse y/o carburarse puede calentarse previamente por cambio de calor directo con el gas reducido y/o carburado. Similarmente, parte del calor requerido para la operación de coquización y para el resto del procedimiento puede suministrarse a la cámara de reacción por combustión directa en la misma de sustancias susceptibles de arder o el calor que se desarrolla en la combustión de las sustancias susceptibles de arder y que no es absorbido por el material y los gases en la cámara de reacción puede recogerse en el reactor o fuera del mismo de la forma descrita anteriormente con referencia a la coquización del carbón mineral. El procedimiento de combustión en la cámara de reacción se lleva a cabo en el lado del lecho de coque en el cual se introduce en el lecho el medio gaseoso que ha de reducirse y/o carburarse. En tales casos es particularmente adecuado, según las características de la trayectoria de gas y según el aspecto del diseño del aparato, hacer que el medio gaseoso pase descendentemente a través del coque presente en la cámara de reacción. El contenido de calor físico de los gases que salen del reactor puede recuperarse adecuadamente por intercambio de calor entre dichos gases y los gases

29 MAY 1974

cargados en el reactor.

Otro campo en el que puede aplicarse ventajosamente el método del invento es la reducción y carbonización o carburación opcional subsiguiente de materiales sólidos que contienen óxidos de metal, particularmente materiales que contienen óxidos de hierro u óxidos de calcio. En este caso, el material se carga en el lecho de coque situado en la cámara de reacción y en el que se generan corrientes de inducción, y al menos el lecho de coque se mantiene a una temperatura de tal magnitud que el material que contiene óxido de metal pasa a través del lecho durante el consumo progresivo de dicho lecho y se reduce y funde y carboniza o carburiza opcionalmente durante su paso a través del mismo, con lo cual la masa fundida de escoria formada y la masa fundida de metal o carburo de metal se extrae continua o intermitentemente de la cámara de reacción. Esto permite emplear sin desventaja coque de baja calidad y también permite mantener una temperatura alta y uniforme en la totalidad del lecho de coque, con lo cual el aparato requerido para llevar a cabo el procedimiento alcanza una capacidad de producción ampliamente superior en comparación con aparatos de reducción y fusión previamente conocidos. El método puede emplearse en particular ventajosamente para la reducción final de materiales con óxido de hierro previamente redu-

29 MAY

cidos tal como material con óxido de hierro reducido a al menos FeO. Para facilitar la capacidad de reducción de los gases reductores formados con el procedimiento de reducción en el lecho de coque y también para emplear más eficazmente la capacidad de reducción de los gases reductores formados por introducción de agentes de reducción líquidos en el lecho de coque, el material que contiene óxido de metal puede cargarse a la cámara de reacción en un estado tan finamente dividido que dicho material, al menos durante la etapa inicial de su reducción, se mantenga fluidizado por los gases formados que suben del lecho. El método es por tanto extremadamente adecuado para empleo cuando se reduce por ejemplo material con óxido de metal fino como las cenizas de pirita. El material sólido que contiene óxido de metal, puede cargarse ventajosamente a la cámara de reacción en un estado caliente o precalentado.

Debido a las diferencias en el peso específico del metal o la masa fundida del carburo de metal y la masa fundida de escoria, a cuya última masa fundida pueden cargarse adecuadamente agentes de refinación y fundentes, la masa fundida de carburo metálico o metal pasará a través de la masa fundida de escoria y se recogerá en una zona situada debajo de la masa fundida de escoria. La masa fundida de carburo metálico o metal y la masa fun-

29 MAYO 19

dida de escoria son extraidas adecuadamente de forma separada del reactor. Particularmente si la masa fundida de escoria tiene un efecto de refinación es ventajoso retener una capa de escoria fundida debajo del lecho de coque, con lo cual parte del calor requerido para el procedimiento puede también generarse inductivamente en la masa fundida de escoria.

El coque consumido en el lecho de coque es adecuadamente sustituido sustancialmente de forma contínua, por ejemplo cargando carbón mineral a la cámara de reacción y coquizando el carbón mineral en ella. Por otra parte, el carbón mineral puede calentarse previamente e iniciarse el procedimiento de coquización por combustión de sustancias susceptibles de arder en la cámara de reacción, haciéndose actuar directamente sobre el carbón mineral el calor de los gases de combustión por radiación y convección. Los gases combustibles pueden comprender hidrocarburos suministrados a la cámara de reacción bien en el espacio superior a la carga o en la carga propiamente dicha. Por ejemplo, los hidrocarburos pueden ponerse en contacto con el coque y/o el carbón mineral que se coquiza, manteniéndose el material a una temperatura al menos suficiente para craquear los hidrocarburos y producir carbono que es precipitado en el coque. El calor generado por combustión de las sustancias suscepti-

29 MAYO

bles de arder y no absorbido por el material y los gases en la cámara de reacción puede recuperarse dentro o fuera del reactor de la forma descrita con referencia a la coquización del carbón mineral.

El método del presente invento también puede aplicarse a la fusión de material total o parcialmente metálico en forma de terrones o partículas, por ejemplo óxidos de metal previamente reducidos, tal como esponja de hierro o chatarra de metal, tal como chatarra de hierro, particularmente chatarra de metal de baja calidad, tal como virutas de torno y similares, siendo cargados al reactor dicho material y agentes de reducción para sustituir al coque consumido, reactor en el cual el material se reduce por fusión electroinductivamente y el material fundido pasa a través del lecho de coque calentado inductivamente durante la reducción final posible de las porciones oxidadas del material, y el metal fundido se carboniza opcionalmente durante el consumo progresivo del lecho de coque, obteniéndose el metal fundido y la escoria resultante en una zona situada debajo del lecho de coque, eliminándose continua o intermitentemente de dicha zona de la cámara de reacción el metal y la escoria. Si es asequible una fuente de calor no costosa, el material metálico o sustancialmente metálico sólido puede ser precalentado antes de ser cargado a la cámara

29 MAY

de reacción y el material puede también ser cargado junto con un aditivo de escoria para refinar la masa fundida metálica formada durante el procedimiento de fusión. Con ello es posible mantener una capa de escoria fundida por debajo del lecho de coque, con lo cual puede generarse calor inductivamente también en la masa fundida de escoria. El coque consumido en el lecho de coque se reemplaza preferiblemente de modo sustancialmente contínuo, con lo cual la sustitución del coque puede efectuarse cargando carbón mineral en la cámara de reacción y coquizando en ella el carbón mineral de la manera antes descrita. También pueden cargarse hidrocarburos en la cámara de reacción, parcialmente como combustible para generar parte del calor requerido para efectuar el procedimiento y parcialmente para mejorar la calidad del coque formado del carbón en la manera antes mencionada. Cuando se queman sustancias combustibles en la cámara de reacción, el calor no absorbido por el material en la cámara puede recuperarse en una porción de radiación de una caldera de vapor dispuesta adyacente al reactor, estando situada dicha porción de radiación en dicha cámara y al menos parte del contenido calorífico de los gases formados en la cámara de reacción puede emplearse para producir energía eléctrica o vapor de agua.

El invento puede también aplicarse con ven-

29 MAYO 1974

taja al tratamiento de masas fundidas de óxidos metálicos. Por consiguiente, el invento puede aplicarse ventajosamente en relación con la recuperación de al menos un metal, tal como hierro y silicio de una masa fundida que contiene dicho metal en una forma ligada a un óxido, por ejemplo una escoria, cargándose la masa fundida en el lecho de coque y el tiempo de permanencia de la masa fundida en el lecho y la temperatura del lecho de coque se ajustan de modo que dicho metal fijado a óxido se reduce durante el consumo progresivo del lecho de coque y se obtiene en forma fundida en una zona situada por debajo del lecho de coque, desde cuya zona dicha masa fundida junto con escoria nuevamente formada y posiblemente escoria residual se extrae ya sea contínua o intermitentemente y se separa de la cámara de reacción. El lecho de coque presenta una superficie de contacto caliente extremadamente grande de naturaleza reductora para la masa fundida de óxido metálico, con lo cual se proporciona una elevada capacidad del reactor. La masa fundida de metal y la masa fundida de escoria pueden extraerse individualmente del reactor. Es ventajoso, particularmente si la masa fundida de escoria tiene capacidad de refino, por ejemplo creada por la adición de agentes de refino adecuados, retener una capa de escoria fundida debajo del lecho de coque, con lo cual una parte del calor rete-

29 MAYO 1974

nido para el procedimiento de fusión puede generarse inductivamente también en la masa de escoria fundida.

El coque consumido en el lecho de coque se reemplaza ventajosamente sustancialmente de modo continuo, lo cual puede efectuarse cargando carbón mineral a la cámara de reacción y coquizando dicho carbón en dicha cámara. La coquización puede efectuarse y el exceso de calor formado por combustión de sustancias susceptibles de arder en la cámara de reacción pueden recuperarse de la manera descrita con referencia a otras realizaciones del método de acuerdo con el invento.

Como resultado de la gran superficie de contacto presentada por el lecho de coque caliente de acuerdo con el invento, el método del invento puede también aplicarse ventajosamente a la recuperación de al menos un metal o compuesto metálico relativamente volátil, por ejemplo que comprende o contiene al menos uno de los metales zinc, plomo, arsénico, antimonio, cadmio y estaño a partir de una masa fundida que contiene uno de dichos metales en forma de óxido y/o sulfuro, por ejemplo una escoria, tal como la escoria obtenida en la fusión de minerales de cobre, siendo pasada dicha escoria a través del lecho de coque calentado inductivamente y ajustándose el tiempo de permanencia de la masa fundida y la temperatura del coque de modo que se reduzca el óxido metálico y

el metal vaporizado o el compuesto metálico volatilizado como lecho de coque se consume progresivamente. El metal o compuesto metálico volatilizado puede oxidarse por combustión oxidante de sustancias susceptibles de arder en la cámara de reacción y luego recuperarse en forma de óxido de los gases de combustión fuera del reactor. También es posible llevar el metal o compuesto metálico vaporizado desde la cámara de reacción y recuperar el mismo en forma sólida o líquida fuera de la cámara de reacción condensando dicho metal o compuesto metálico. Si la masa fundida también contiene al menos un metal volatilizado fijado a óxido de modo relativamente difícil, tal como hierro y silicio, dicho metal puede al mismo tiempo recuperarse del modo descrito con referencia a la recuperación de al menos un metal de una masa fundida que contiene dicho metal en una forma fijada a óxido. El coque para reemplazar el coque consumido en el lecho puede cargarse o producirse del modo descrito anteriormente con referencia a otras realizaciones del procedimiento de acuerdo con el invento. La extracción de la masa metálica fundida y la escoria de la cámara de reacción y el suministro de calor adicional a la cámara y a la carga contenida en ella, y también la recuperación del contenido calorífico no utilizado en la cámara de reacción de los gases o sustancias formadoras de gases formados en dicha cámara

29 MAY 1978

durante el procedimiento de reacción u opcionalmente cargadas a dicha cámara, puede también efectuarse del modo descrito con referencia a dichas otras realizaciones del procedimiento de acuerdo con el invento.

En reactores del tipo considerado en la presente memoria el aislamiento eléctrico entre las espiras respectivas de la bobina y, cuando sea aplicable entre las bobinas parciales pueden crear ciertos problemas, si la pared del reactor tiene un cierto grado de permeabilidad. Entre otras cosas, se ha encontrado que los gases que contienen monóxido de carbono en ciertos casos son capaces de penetrar desde la carga a través de las paredes del reactor y hacer que precipite carbono, que puede dar como resultado la descarga de chispa en la bobina. Estos problemas estarán acentuados en el caso de reactores y hornos extremadamente grandes calentados inductivamente, en donde puede ser necesario emplear voltajes hasta ahora no utilizados en las técnicas de calentamiento por inducción. Un inconveniente particularmente importante encontrado con bobinas construidas de acuerdo con las técnicas actuales es que con el fin de reparar la bobina debe desmontarse completamente, que es un proceso costoso y que no puede ser aceptado con los métodos antes mencionados desde un punto de vista operacional y económico.

29 MAYO

Se ha encontrado posible, no obstante, evitar la descarga de chispa en la bobina de inducción en un grado sorprendentemente grande, cuando el método del invento se efectúa en un reactor, cuya cámara de reacción está definida por miembros de pared que separan la bobina de inducción de dicha cámara y tienen un cierto grado de permeabilidad a los gases, si se hace pasar a dichos miembros de pared un gas que se encuentra a una presión que sobrepasa la presión más elevada que prevalece en la zona de dicha cámara situada en el lado opuesto de dicha bobina de inducción, y que es incapaz de establecer una conexión de conducción eléctrica entre las espiras de la bobina.

De acuerdo con un método adecuado del procedimiento, se puede impedir que el gas que se encuentra a presión pasado a los miembros de pared salga en una dirección fuera de dicha cámara. Esto puede conseguirse de acuerdo con un ejemplo encerrando al menos a parte del aparato cubierto por la bobina de inducción en una cámara de presión. El gas que se encuentra bajo presión puede hacerse pasar adecuadamente a los miembros de pared a través de una cámara de presión. De acuerdo con otro ejemplo en relación con el primer método del procedimiento mencionado, las regiones entre las espiras de bobina adyacentes pueden estar aisladas de la atmósfera que ro-

29 MAY 1974

dea al reactor, aunque el gas bajo presión se suministra a dichos miembros de pared internamente de dichas regiones aisladas.

No obstante el riesgo de descarga de chispa entre las espiras de la bobina de inducción no puede ser eliminado totalmente. Por consiguiente se ha encontrado ventajoso combinar el método del procedimiento antes mencionado con operaciones de remedio que permiten que sean reparadas partes de una bobina de inducción sin que se necesite el desmontaje total del reactor. Esto puede efectuarse empleando una bobina de inducción construida de una pluralidad de elementos que se extienden alrededor del reactor a través de como máximo 180º.

También puede ser ventajoso emplear una bobina de inducción construida de una pluralidad de bobinas parciales. Además, cada espira de la bobina puede estar colocada en un plano. De este modo se obtienen circuitos de una única espira separados que pueden unirse entre sí para formar bobinas parciales que tienen un número de espiras. Las ventajas proporcionadas por esta disposición reside en el hecho de que:

- permite un diseño estructuralmente sencillo del cierre hermético aislante entre las espiras de la bobina entre las cuales se inyecta gas internamente del cierre hermético tal como se ha descrito anteriormente,

29 MAR

- proporciona la posibilidad mayor concebible de ajustar el número de espiras de las bobinas parciales a las características eléctricas del medio calentado,
- simplifica la división de la bobina en elementos, y al mismo tiempo facilita el intercambio de dichos elementos, y
- facilita la posibilidad de absorber la expansión que normalmente ocurre en el reactor durante la operación, al mismo tiempo que retiene la estanqueidad a los gases de dicho reactor.

Una ventaja adicional proporcionada con los circuitos de una espira planos es que los circuitos pueden juntarse entre sí para formar bobinas parciales que tienen un número seleccionado de espiras de tal modo que el voltaje 0 ocurre entre espiras adyacentes de dos bobinas parciales. Esto es posible si las bobinas parciales adyacentes están provistas de direcciones de devanado diferentes y, si el mismo tiempo, los extremos adyacentes de bobinas parciales adyacentes están conectados al mismo punto en el sistema de suministro de corriente.

Esta disposición asegura que el espacio situado entre dos bobinas parciales no esté cargado con el voltaje elevado correspondiente al voltaje entre las

29 MAR 1974

espiras en veces de bobinas parciales en número de espiras en dicha bobina parcial.

El gas antes mencionado a presión pasado a dichos miembros de pared fluirá a la cámara que acomoda el material que está siendo calentado a través de dichos miembros de pared, que son en cierto grado permeables a dicho gas. Por consiguiente es importante que la composición del gas seleccionado no sea perjudicial para la naturaleza del procedimiento que se está efectuando.

Cuando exista un riesgo de que tenga lugar la precipitación de carbono en los miembros de pared puede ser ventajoso emplear un gas sustancialmente inerte cuyo potencial de oxígeno o hidrógeno sea tal que se impida la precipitación del carbono en al menos las porciones de los miembros de pared situadas al lado de la bobina de inducción.

Para que el invento pueda ser más fácilmente comprendido y sean más evidentes otros aspectos del mismo, será descrito a continuación un método de acuerdo con el invento con referencia a los dibujos que se acompañan. Los dibujos muestran esquemáticamente en una sección vertical un número de aparatos para efectuar diferentes realizaciones del método de acuerdo con el invento.

La Figura 1 muestra un aparato para coqui-

29 MAY

zar carbón mineral de acuerdo con el invento.

La Figura 2 muestra un aparato para reducir y/o carburar medios gaseosos de acuerdo con el invento.

La Figura 3 muestra un aparato para reducir y opcionalmente carbonizar o carburizar subsiguientemente un material que contiene óxido metálico sólido de acuerdo con el invento.

La Figura 4 representa un aparato para fundir chatarra de acuerdo con el invento.

La Figura 5 muestra un aparato para manejar masas fundidas, particularmente masa fundida de escoria, de acuerdo con el invento.

Las Figuras 6-9 muestran en corte vertical una parte de la pared del reactor provista con cuatro diferentes dispositivos para evitar la descarga de chispa en la bobina de inducción.

La Figura 10 es una vista fragmentaria en planta de una bobina de inducción construida de una pluralidad de elementos que tienen un ángulo de arco pequeño.

La Figura 11 es una vista fragmentaria en perspectiva de una bobina de inducción construida sustancialmente de acuerdo con las Figuras 9 y 10.

La Figura 12 es una vista lateral fragmen

29 MAY 1974

taria de dos bobinas parciales construidas con espiras de bobina planas y excitadas en un modo preferido.

Los elementos coincidentes o esencialmente coincidentes en el aparato ilustrado de las Figuras se identifican por los mismos números de referencia.

En la Figura 1 se representa un reactor de coquización, cuyas paredes están formadas al menos parcialmente de un revestimiento refractario y una envolvente 11 hecha por ejemplo de chapa de acero. Dispuesta alrededor del reactor se encuentra una bobina de inducción 12 con una estructura de yugo 13 situada externamente. La bobina 12 está dispuesta para ser pasada por una corriente alterna desde una fuente de corriente (no representada) y está dispuesta para servir para mantener un lecho 14 que comprende principalmente coque y situado en la cámara de reacción radialmente hacia el interior de la bobina a una temperatura adecuada para efectuar el procedimiento en cuestión.

El reactor mostrado en la Figura 1 comprende una porción superior 16 abierta hacia abajo suspendida en vigas 15, una porción inferior susceptible de girar 17 y una porción de fondo estacionaria 18. La porción inferior 17 está conectada a la porción superior 16 a través de un cierre de agua 19 y está soportada por una pluralidad de pares de rodillos de soporte y trans-

porte puestos para funcionar en unión con un saliente de forma de anillo 20, de cuyos pares de rodillos se representa uno en 21 y 22. La parte 17 está formada principalmente por una camisa de enfriamiento 23 a través de la cual se dispone para pasar un líquido y la cual en su parte exterior soporta una corona dentada 24 y es hecha girar por medio de una rueda dentada accionada por motor 25 dispuesta para engranar con dicha corona dentada. La porción 17 está provista en su lado interior de un número de cuchillas de descarga 26 las cuales por rotación de la porción 17 están dispuestas para descargar el material coquizado a través de un espacio situado entre la porción 17 y la porción del fondo 18. La porción del fondo 18 está configurada en forma de cráter y junto con la porción más inferior de la porción 17 forma un cierre de agua 27.

Cuando se coquiza carbón mineral en el reactor mostrado en la Figura 1, el carbón mineral se carga en la cámara de reacción a través de las aberturas 28 situadas por encima de la bobina de inducción 12 y, como resultado del efecto de alimentación proporcionado por las cuchillas 26 se hunde a través de la cámara de reacción pasado el nivel de la bobina 12, en donde se calienta hasta la temperatura de coquización y forma el lecho calentado inductivamente 14. El carbón mineral cargado en el reactor se coquiza en un grado sustancial antes de alcanzar el

29 MAY 1991

nivel en la bobina 12 como resultado, entre otras cosas, del calor conductivo y radiante procedente del lecho de coque 14. El calor producido inductivamente es por consiguiente generado en parte del material que está siendo coquizado, la cual está sustancialmente exenta de modo completo de constituyentes gasificables. Antes de que el coque abandone el reactor, se enfría en el cierre de líquido 27 y también mediante la camisa de enfriamiento 23.

El carbón mineral se carga en la cámara de reacción sustancialmente de modo contínuo. En la realización que se ilustra en los dibujos, el carbón mineral se carga en la cámara de reacción por medio de un número de los denominados hogares mecánicos, cada uno de los cuales incluye una tolva 29 cuya salida descarga en una tubería 30, que a su vez descarga en la cámara de reacción en 28. Dispuesto en el extremo de la tubería 30 retirado de la cámara de reacción se encuentra un cilindro a presión 31, que está dispuesto para alimentar carbón mineral desde la tolva 29 hasta la tubería 30 y al interior de la cámara de reacción. Solamente se muestra en la figura 1 un hogar mecánico y una salida 28 desde un segundo hogar mecánico.

El reactor de coquización tiene un conducto de descarga inferior y otro superior 32 y 33 respecti-

28 MAYO

vamente, los cuales pueden emplearse individual o simultáneamente para sacar el gas formado en el reactor durante el procedimiento de coquización. El conducto de descarga inferior 32 está unido a la cámara de reacción en una posición por debajo de la bobina de inducción 12, a través de un conducto de paso configurado en forma de anillo 34 y cierto número de aberturas 35. Dispuesto por encima de la bobina 12 existe un cierto número de tuberias 37 que descargan en 36 y que están dispuestas para suministrar preferiblemente hidrocarburos líquidos al carbón mineral que está siendo coquizado. En el espacio por encima de la carga está dispuesto cierto número de quemadores 38 que incluyen una tubería de suministro de combustible 39 y una tubería 40 para suministrar un gas que contiene oxígeno, tal como aire. Los gases de combustión procedentes de los quemadores 38 de los cuales solamente se representa uno en la Figura 1, pasan al interior de la cámara del horno a través de las aberturas 41 que están dirigidas de modo que causan un movimiento en vórtice en el espacio por encima de la carga. Alternativamente, solamente puede suministrarse aire o cualquier otro gas que contienen oxígeno por encima de la carga para quemar los gases formados durante el procedimiento de coquización.

Cuando solamente se emplea la tubería de

29 MAY

descarga superior 33, con lo cual el tubo de descarga 33 está cerrado por medio de unos medios de válvula no representados, los gases formados en la cámara de reacción a medida que el carbón mineral se coquiza pasan ascendentemente a través de la cámara de reacción y salen a través de la tubería de descarga 33. Con el fin de precalentar el carbón mineral e iniciar el procedimiento de coquización, los gases de coquización formados durante el procedimiento de coquización pasan ascendentemente a través de la carga, junto con hidrocarburos que pueden suministrarse a través de las tuberías 37, están más o menos completamente quemados por encima de la carga por medio de los quemadores 38. El contenido calorífico de los gases que salen a través de la tubería de descarga 33 es recuperado adecuadamente para producir, por ejemplo, vapor de agua o energía eléctrica.

Cuando solamente se emplea la tubería de descarga inferior 32, con lo cual la tubería de descarga 33 se mantiene cerrada por medio de medios de válvula no representados, los gases formados durante el procedimiento de coquización pasan a través de las aberturas 35, el conducto de paso en forma de anillo 34 y la tubería de descarga 32, y salen de la cámara de reacción. Es concebible mantener una cierta zona de combustión reductora por encima de la carga por medio de los quemadores 38, con

el fin de suministrar parte de la energía requerida por el procedimiento de coquización.

Los hidrocarburos se suministran a través de las tuberías 37 y se craquean cuando pasan a través de la porción del lecho 14 que tiene una temperatura que sobrepasa la temperatura de craqueo de los hidrocarburos con lo cual se hace que precipite carbono sobre el coque formado, cuya calidad se mejora considerablemente por consiguiente.

Los gases que son ricos en sustancias combustibles, que salen a través de la tubería de descarga 32 pueden quemarse ventajosamente para generar energía eléctrica para el calentamiento inductivo del lecho de coque real 14. De acuerdo con la realización ilustrada, el contenido calorífico físico de los gases que salen a través de la tubería 32 se recupera en un cambiador de calor indirecto 42.

Alternativamente, el gas se conduce fuera a través de tanto las tuberías 32 como la 33; puede mantenerse un procedimiento de combustión oxidante ventajosamente en la cámara de reacción por encima de la carga, al mismo tiempo que se asegura que todos los gases oxidantes formados abandonen la cámara de reacción a través de la tubería de descarga 33 y solamente una parte de los gases de coquización y una parte de los gases de

29 MAYO 1974

craqueo formado por introducción de los hidrocarburos a través de las tuberías 37 salen a través de la tubería de descarga 32.

En la Figura 2 los números de referencia 10-14,32, 34, 35 y 42 tienen el mismo significado que en la Figura 1. Con el reactor de la Figura 2, se roducen y/o carburan medios gaseosos al ser puestos en contacto con el lecho de coque 14 calentado inductivamente, y se mantiene una temperatura de tal magnitud en la cámara de reacción que los residuos del coque consumido durante el procedimiento se obtienen en forma fundida en la parte inferior del reactor. El residuo de coque fundido 43 se extrae ya sea contínuamente o, tal como se representa intermitentemente a través de un agujero de extracción 44 y una rampa 45. El medio gaseoso, por ejemplo vapor de agua, que ha de reducirse y/o carburarse, se introduce a través de una tubería 46 después de ser sometido a intercambio de calor en el cambiador de calor indirecto 42, con el gas reducido y/o carburado que sale del reactor a través de la tubería 32, y sale a través de las aberturas 35, que están dirigidas oblicuamente hacia abajo para impedir que el coque pase al conducto de forma de anillo 34 y lo bloquee. El coque, o alternativamente, el carbón mineral que durante su paso hacia el nivel de la bobina 12 es coquizado dentro de la cámara de reacción, se ali-

menta a la camara de reacción a través de medios de alimentación 47, para reemplazar al coque consumido en el lecho 14.

Si el material alimentado a través de los medios de alimentación 47 es carbón mineral, éste será coquizado durante su paso hacia el nivel de la bobina 12, con lo cual los gases de coquización, después de ser craqueados en el lecho 14, salen junto con el medio gaseoso reducido y/o carburado a través de la tubería 32. Si el carbón mineral es de mala calidad, es conveniente suministrar cantidades tales de hidrocarburos a través de la tubería 48 y mantener tales condiciones en la cámara de reacción que los hidrocarburos, cuando se craquean, dan lugar a la precipitación de carbono sobre el coque recientemente formado, con lo cual se mejora grandemente la resistencia mecánica del coque.

La figura 3, representa un reactor para reducir y fundir polvo de óxido de hierro. Los números de referencia 10-14, 37-41, 44,45 y 47 tienen el mismo significado que en las Figuras 1 y 2 anteriores. La parte superior del reactor está construida en forma de una porción de radiación de una caldera de vapor de agua dispuesta adyacente al reactor. La caldera de vapor de agua no está representada en la Figura. Por consiguiente, la parte superior de la cámara de reacción está rodeada por una

29 MAR 1974

estructura de camisa 49 a través de la cual se hace circular agua o vapor de agua y que a su vez está rodeada por una envolvente aislante del calor 50. La tubería de suministro de material 51 que se extiende hacia abajo desde los medios de alimentación 47 es de doble pared y, similarmente a la camisa 49, está dispuesta para que circule a través de la misma un refrigerante líquido o gaseoso. La pared del reactor situada en la región por debajo de la bobina 12 es enfriada por medio de una camisa de enfriamiento 52.

Un material que comprende óxido de hierro, coque, o, alternativamente, carbón mineral que se coquiza en la cámara de reacción del modo antes descrito, y opcionalmente un aditivo de escoria, se carga por la parte superior del lecho a través de la tubería 51, comprendiendo dicho lecho principalmente coque. Pueden introducirse hidrocarburos líquidos o gaseosos a través de la tubería 37 en el material cargado, que se calienta previamente por medio de los quemadores 38.

El material de óxido de hierro así precalentado se reduce previamente y se metaliza en un cierto grado por encima del lecho de coque y se funde junto con el material del aditivo de escoria en la parte superior de la zona de inducción, después de lo cual el óxido de hierro se reduce finalmente y carboniza durante su paso

29 MAY 1926

a través del lecho de coque 14 durante el consumo progresivo de dicho lecho. A medida que se consume el lecho de coque 14 es reacumulado, no obstante, hasta un grado correspondiente por el coque o por el carbón mineral coquizado, cargado en el procedimiento. El material fundido se obtiene debajo del lecho en forma de una capa de escoria 53 y una capa de hierro carbonoso 54. El hierro puedä extraerse intermitentemente a través del agujero de extracción 44 y una rampa 45. La escoria se extrae adecuadamente sustancialmente de modo contínuo a través del agujero de extracción 55 y la rampa 56. Para este fin, está provisto el agujero de extracción con un tapón desplazable 57 que es accionado por medios mecánicos (no representados) y que es hecho funcionar de modo que la interfase entre el lecho 14 y la capa de escoria 53 se mantenga en un nivel deseado en la cámara de reacción. El gas que contiene monóxido de carbono formado durante el procedimiento de reducción y también el residuo de los hidrocarburos suministrados a través de la tubería 37 y los gases de coquización posibles se queman por medio de los quemadores 38 por encima del material cargado al reactor. El reactor mostrado en la Figura 3, puede también emplearse con ventaja para la reducción final y la fusión de óxido de hierro previamente reducido por ejemplo esponjas de hierro. El reactor de la Figura 3, también pue

29 MAY 1974

de emplearse para reducir y opcionalmente carbonizar o carburar otro material que contiene óxido metálico sólido, por ejemplo para la fabricación de carburo de calcio fundido, siendo suministrados a través de la tubería 51, óxido de calcio y material carbonoso.

En la Figura 4, los números de referencia 10-14, 28-31, 44, 45, 52-57 tienen el mismo significado que en las Figuras 1-3 y la Figura muestra un reactor para fundir material en terrones que puede ser total o parcialmente metálico, particularmente chatarra metálica de baja calidad, tal como virutas de torno y similares. La chatarra se carga junto con coque o carbón mineral y opcionalmente también junto con el aditivo de escoria por medio de los hogares mecánicos 30, 31, en el lecho de coque 14 calentado inductivamente. La chatarra se funde por encima y en el lecho 14 tanto inductivamente como por contacto con el lecho de coque caliente, con lo cual las cenizas de coque fundido y la escoria junto con el material de chatarra fundido y opcionalmente refinado se obtiene en forma de una capa fundida 53 y 54 respectivamente por debajo del lecho 14. Los gases formados salen a través de la tubería 58. Si se carga carbón mineral a la cámara de reacción debe asegurarse que el calor mineral se coquice al menos hasta un grado sustancial antes de alcanzar el lecho 14. Si se desea, pueden cargarse hidrocarburos líquidos o gaseosos al material cargado y

29 MAY

el material puede tratarse previamente en la cámara de reacción, por sustancias susceptibles de quemarse en ella del modo descrito con referencia en las Figuras 1-3. La interfase entre el baño de escoria 53 y el lecho de coque 14 se mantiene al nivel deseado extrayendo correspondientemente la escoria a través del agujero de extracción 55.

En la Figura 5, los números de referencia 10, 12-14, 44,45, 47, 49-52 y 55-57 tienen el mismo significado que en las Figuras 1-4. La Figura representa un reactor para recuperar al menos un metal o compuesto metálico volatilizado de modo relativamente fácil y al menos un metal volatilizado de modo relativamente difícil desde por ejemplo una masa fundida de escoria. En el reactor se mantiene en nivel con la bobina 12 un lecho de coque 14, al cual se carga continua o intermitentemente la masa de escoria fundida. En la realización ilustrada, la masa de escoria fundida se carga desde una cuchara 59 a una rampa 60, desde la cual la masa fundida se distribuye sobre el lecho 14, a través de un número de tuberías de distribución 61 que sobresalen en la cámara de reacción. El lecho se mantiene a una temperatura tal que el metal o compuesto metálico fácilmente volatilizado, por ejemplo zinc y/o plomo en forma de óxido o sulfuro, se vaporiza y deja la cámara de reacción, opcional-

29 MAYO 1974

mente después de ser quemado por medio de un gas que contiene oxígeno, por ejemplo aire alimentado a través de tuberías de alimentación 62. El residuo de escoria que pasa descendentemente a través del lecho de coque 14, en donde el óxido metálico difícilmente volatilizado, por ejemplo óxido de hierro, se reduce y carboniza en contacto con el lecho durante el consumo progresivo de dicho lecho. El lecho 14, se repone a la misma velocidad que se consume, suministrando material de nueva aportación al lecho a través de la tubería de alimentación 51, opcionalmente junto con un aditivo de escoria adecuado. El metal reducido se obtiene en forma de una capa fundida 63, situada en la parte inferior en el fondo del reactor, mientras que el residuo de la escoria cargada y formada se obtiene en forma de una capa de escoria 64 situada encima de la capa 63. La interfase entre la capa de escoria 64 y el lecho de coque 14 se mantiene al nivel deseado extrayendo continua o intermitentemente escoria de la capa 64.

La Figura 6 representa una parte de una pared del reactor que comprende una capa del revestimiento cerámico 10 y una envolvente 11. El número de referencia 12 identifica una bobina de inducción que está dispuesta externamente respecto al revestimiento 10 y que está construida de tubos que pueden ser enfriados hacien

29 MAYO 19

do pasar a través de la misma un líquido de enfriamiento. La bobina 12, está parcialmente empotrada en una masa de relleno cerámico 65. Tanto el revestimiento 10 como la masa de relleno 65 tienen un cierto grado de permeabilidad a los gases.

Para impedir el paso de material sólido, líquido o gaseoso a la bobina 12, desde el lado de la pared del reactor opuesta a la bobina, es decir desde la cámara de reacción en la cual está dispuesto el material que ha de calentarse, se mantiene una presión en los miembros de pared 10, 65 en nivel con la bobina 12 por medio de un gas, excediendo dicha presión la presión más elevada que prevalece en la zona de la cámara de reacción sisituada en el lado opuesto de la bobina de inducción. El gas seleccionado es uno que es incapaz de establecer una conexión de conducción eléctrica entre las espiras de la bobina 12. La presión se mantiene haciendo pasar gas bajo presión, por ejemplo aire o un gas sustancialmente inerte, a través de una tubería de suministro 66 a una cámara de presión 67 que rodea la bobina de inducción 12 y aisla herméticamente la última frente a la atmósfera ambiente.

La Figura 7, muestra también una parte de la pared del reactor que tiene un revestimiento 10, una masa de relleno 65 y una bobina de inducción 12. Las re-

29 MAYO 1975

giones entre las espiras adyacentes de la bobina están aisladas herméticamente de la atmósfera que rodea el horno por medio de un dispositivo de cierre hermético 68 fabricado de un material aislante adecuado. Dispuesto en el dispositivo 68 existe cierto número de aberturas 69 a través de las cuales se hace pasar gas bajo presión a las partes de la pared del reactor 10, 65 situadas al nivel de la bobina 12, tal como se muestra por las flechas.

La Figura 8, muestra una realización que, en principio, coincide con la realización de la Figura 7. Una parte de la pared del reactor que comprende el revestimiento 10 y la masa de relleno 65 está rodeada por una bobina de inducción 12 devanada espiralmente. El aislamiento entre las espiras adyacentesde la bobina está provisto por medio de una tubería flexible o similar 70 devanada espiralmente de modo similar hecha de un material elastómero. Con el fin de obtener un contacto de cierre hermético pequeño y con ello más eficaz, las superficies entre la tubería flexible 70 y la bobina 12, están soldadas tuberías 71 de pequeño diámetro a dicha bobina 12. La tubería flexible 70 también sirve para suministrar gas bajo presión a los miembros de pared 10, 65, y para este fin está conectada a una fuente del medio de presión (no representada) y está provista con unas

aberturas de salida para gases 72, dirigidas hacia las paredes del reactor.

La Figura 9, también muestra una parte de la pared del reactor que comprende el revestimiento 10 y la masa de relleno 65 y rodeada por la bobina de inducción 12. Cada espira de la bobina tiene una forma de sección transversal de trapecio paralelo y está provista en la parte superior y en el fondo de la misma con salientes 73 que sobresalen hacia el exterior. Están dispuestos entre los salientes adyacentes 73 de las espiras de la bobina adyacentes cierres 74 que están hechos de un material elastómero y que están provistos de aberturas 75 a través de las cuales puede hacerse pasar un gas bajo presión a la masa de relleno 65. Una pluralidad de aberturas dispuestas a lo largo de la longitud de las espiras de la bobina están dispuestas en el cierre 74 entre las espiras sucesivas de la bobina. Se hace pasar gas a las aberturas 65 a través de las tuberías de distribución 76, que se extienden desde una tubería de suministro 77 dispuesta para servir a un número de tuberías de distribución 76.

La Figura 10 ilustra como cada espira de la bobina en una bobina 12 puede estar construida de diversos elementos 78a a 78b que están colocados adecuadamente en uno y el mismo plano y cada uno de los cuales

29 MAYO 19

abarca un ángulo inferior a 180º. El número de referencia 79 identifica tuberías para conducir líquido de enfriamiento y opcionalmente también corriente entre los elementos adyacentes 78a a 78d mientras que el número de referencia 80 identifica medios de aislamiento dispuestos para aislar los extremos adyacentes de dichos elementos 78.

La Figura 11 muestra con más detalle el punto de conexión entre dos elementos adyacentes 78a, 78b, de acuerdo con la Figura 10, teniendo dichos elementos sustancialmente la misma construcción que la representada en la Figura 9. Los salientes 73 de un elemento 78a terminan en un extremo corto de dicho elemento, mientras que el otro elemento 78b tiene un saliente 81 que sobresale más allá del elemento 78a. El aislamiento entre los extremos del elemento adyacente se efectua por medio de un aislamiento 82 fijado entre el interior del saliente 81 y el exterior del elemento 78a, permitiendo dicho aislamiento 82 un cierto grado de movimiento entre los elementos 78a, 78b en su dirección longitudinal.

La Figura 12, muestra una bobina de inducción que está construida de dos bobinas parciales, cada una de las cuales comprende tres espiras de bobina 83 a 85 y 86 a 88, respectivamente. Cada espira de bobina está dispuesta en uno y en el mismo plano y puede estar di-

vidida en elementos de la manera mostrada en la Figura 10. Los aislamientos 89 están dispuestos entre los extremos que se encuentran en cada espira de bobina y entre las espiras de bobina adyacentes. El número de referencia 90 identifica conductos para suministrar corriente a las bobinas parciales 83 a 85 y 86 a 88. La corriente es tomada desde las líneas de suministro a través de medios de contacto 91 a 94, mientras que la corriente se hace pasar entre espiras adyacentes de la bobina en cada bobina parcial a través de los medios de contacto 95 a 98. Como se verá de la Figura, las bobinas parciales 83 a 85 y 86 a 88, tienen diferentes direcciones de devanado y los extremos adyacentes de las bobinas parciales están conectados, en principio, al mismo punto del sistema de suministro de corriente, con lo cual el voltaje entre las espiras de bobina 85 y 86 es constantemente cero.

Las ventajas proporcionadas por el método del presente invento serán ilustradas a continuación con referencia a los ejemplos siguientes:

Ejemplo 1:

Un lecho de coque que tiene un diámetro de 7,0 m y una altura de aproximadamente 5 m fue mantenido a una temperatura de aproximadamente 1000ºC en un reactor del tipo mostrado en la Figura 1. Desde el fondo del le-

29 MAYO 1974

cho se alimentó continuamente coque a un caudal de aproximadamente 74,5 toneladas en 24 horas, mientras que el lecho fue continuamente repuesto por la adición de carbón mineral por la parte superior del lecho. El carbón mineral, que contenía 29% en peso de constituyentes volátiles, (calculado como sustancia combustible) y 12% en peso de cenizas, se añadió a un caudal de aproximadamente 100 toneladas/24 horas y fue coquizado en el reactor mientras que se expulsaban gases. Se suministró energía en una cantidad de 110 MWh en 24 horas al lecho de coque electroinductivamente a una frecuencia de 100 Hz por medio de una bobina de inducción que rodeaba al reactor al nivel del lecho de coque y que tenía un diámetro de 7,5 metros y una altura de 4,5 metros. Dicha energía fue suficiente para mantener la temperatura del lecho y para coquizar el carbón mineral. El gas formado ascendía a aproximadamente 60000 metros cúbicos normales por 24 horas y consistía esencialmente en hidrógeno e hidrocarburos.

Ejemplo 2:

Un gas que consistía esencialmente en 20% en volumen de $CO_2$ y el resto CO y $H_2$ se hizo pasar continuamente en una cantidad de aproximadamente 220000 metros cúbicos normales en 24 horas a través de un reactor del tipo mostrado en la Figura 2, y que contenía un lecho de

29 MAY

coque calentado electroinductivamente tal como se especifica en el Ejemplo 1. El gas suministrado al reactor fue precalentado hasta la temperatura del lecho que era aproximadamente 800ºC. El gas reducido que abandonaba el reactor y que había pasado a través del lecho consistía en CO, $H_2$ e hidrocarburos y ascendía a aproximadamente 283000 metros cúbicos normales en 24 horas. Se suministró energía en una cantidad de 100 MWh en 24 horas electroinductivamente al lecho de coque a una frecuencia de 100 Hz por medio de una bobina de inducción tal como se ha especificado en el Ejemplo 1. Para reemplazar el coque consumido, se añadió carbón mineral del tipo especificado en el Ejemplo 1 y en una cantidad de aproximadamente 35 toneladas en 24 horas por la parte superior del lecho de coque y durante el mismo periodo de tiempo se separaron del reactor aproximadamente 4 toneladas de cenizas.

Ejemplo 3:

A un lecho de coque calentado electroinductivamente tal como se ha especificado en el Ejemplo 1, contenido en un reactor del tipo mostrado en la Figura 3 y mantenido a una temperatura de aproximadamente 1500ºC, se alimentó contínuamente óxido de hierro prerreducido que tenía una composición correspondiente sustancialmente a FeO en una cantidad de 72 toneladas en 24 horas jun-

29 MAY 1974

to con carbón mineral del tipo especificado en el Ejemplo 1, en una cantidad de 19 toneladas en 24 horas. Del fondo del reactor fue extraido metal caliente fundido (arrabio) en una cantidad de 55 toneladas en 24 horas y que tenía un contenido de carbono de aproximadamente 4% en peso, junto con escoria fundida en una cantidad de 6 toneladas en 24 horas. De la parte superior del reactor se retiró gas que comprendía esencialmente hidrocarburos y monóxido de carbono en una cantidad de aproximadamente 30000 metros cúbicos normales en 24 horas. Para satisfacer la demanda energética para mantener la temperatura del lecho y para efectuar la reducción se suministraron 90 MWh en 24 horas al lecho de coque por medio de una bobina de inducción tal como se ha especificado en el Ejemplo 1 a una frecuencia de 100 Hz.

Ejemplo 4:

Se redujo material de óxido de hierro tal como se ha descrito en el Ejemplo 3 con la excepción de que se quemó en el reactor por encima del lecho combustible en una cantidad de 20 toneladas en 24 horas. La demanda de energía eléctrica fue por consiguiente disminuida hasta 70 MWh en 24 horas al mismo índice de producción de metal caliente fundido, aunque al mismo tiempo la cantidad de gas retirada del reactor aumentó a aproximadamente

29 MAYO 1974

215000 metros cúbicos normales en 24 horas y dicho gas consistía principalmente en $CO_2$ y $H_2O$.

Ejemplo 5:

A un lecho de coque calentado electroinductivamente tal como se ha especificado en el Ejemplo 1, contenido en un reactor del tipo mostrado en la Figura 4 y mantenido a una temperatura de aproximadamente 1500ºC se cargó sustancialmente contínuo chatarra de hierro que contenía 90% en peso de hierro metálico de modo en una cantidad de aproximadamente 200 toneladas en 24 horas junto con carbón mineral del tipo especificado en el Ejemplo 1 en una cantidad de 7 toneladas en 24 horas. Desde el fondo del reactor se extrajo metal caliente fundido (arrabio) en una cantidad de aproximadamente 195 toneladas en 24 horas y aproximadamente 0,5 toneladas de escoria en 24 horas. De la parte superior del reactor fue retirado gas que comprendía esencialmente monóxido de carbono, hidrógeno e hidrocarburos en una cantidad de aproximadamente 15000 metros cúbicos normales en 24 horas. Para satisfacer la demanda de anergía para mantener la temperatura del lecho y para fundir la chatarra y reducir las porciones oxidadas de la misma fueron suministrados 96 MWh en 24 horas al lecho de coque por medio de una bobina de inducción tal como se ha especificado en el Ejemplo 1 a una

29 MAIO 1974

frecuencia de 100 Hz.

Ejemplo 6:

A un lecho de coque calentado electroinductivamente tal como se ha especificado en el Ejemplo 1, contenido en un reactor del tipo mostrado en la Figura 5 y mantenido a una temperatura de aproximadamente 1500ºC, se alimentó contínuamente escoria de fayalita fundida que tenía una temperatura de 1450ºC y un contenido de hierro de aproximadamente 50% en peso en una cantidad de aproximadamente 200 toneladas en 24 horas junto con caliza en una cantidad de aproximadamente 90 toneladas en 24 horas y carbón mineral del tipo especificado en el Ejemplo 1 en una cantidad de aproximadamente 45 toneladas en 24 horas. Desde el fondo del reactor se extrajo metal caliente fundido (arrabio) en una cantidad de 97 toneladas en 24 horas junto con escoria fundida en una cantidad de aproximadamente 120 toneladas en 24 horas, y que tenía una composición que corresponde sustancialmente a la wollastonita. Desde la parte superior del reactor fue retirado un gas que comprendía esencialmente $CO_2$, CO y $H_2$ en una cantidad de aproximadamente 64000 metros cúbicos normales en 24 horas. Para satisfacer la demanda de energía para mantener la temperatura del lecho y para efectuar la reacción fueron suministrados 130 MWh en 24 horas al lecho de coque

29 MAYO 1974

por medio de una bobina de inducción tal como se ha especificado en el Ejemplo 1 a una frecuencia de 100 Hz.

Ejemplo 7:

A un lecho de coque calentado electroinductivamente tal como se ha especificado en el Ejemplo 1, contenido en un reactor del tipo mostrado en la Figura 5 y mantenido a una temperatura de aproximadamente 1500ºC, se alimentó continuamente escoria a una temperatura de 1250ºC obtenida en la fusión eléctrica de mineral de cobre y que contenía 10% en peso de zinc, 2% en peso de plomo, 43% en peso de FeO y siendo el resto sustancialmente $SiO_2$ en una cantidad de aproximadamente 150 toneladas en 24 horas junto con carbón mineral del tipo especificado en el Ejemplo 1 en una cantidad de 22 toneladas en 24 horas y caliza en una cantidad de aproximadamente 110 toneladas en 24 horas. Del fondo del reactor se sacó hierro fundido a una cantidad de aproximadamente 110 toneladas en 24 horas y que tenía un contenido da carbono bajo y un contenido de silicio que variaba entre 2 y 6 % en peso con escoria fundida en una cantidad de aproximadamente 75 toneladas en 24 horas y que tenía una composición que correspondía circunstancialmente a la wollastonita. En el lecho de coque se formó gas en una cantidad de aproximadamente 54000 metros cúbicos normales en 24 horas. Antes de ser

29 MAYO 1974

retirado del reactor a dicho gas, que además del $H_2$, CO y $CO_2$ contenía 13 toneladas de zinc y 3 toneladas de plomo en forma de vapor le fue suministrado aire para oxidar el contenido de zinc y plomo. Los óxidos metálicos así obtenidos fueron separados en forma de polvo fino del resto del gas en una caldera de vapor y en un sistema de limpieza de gases subsiguientes.

El invento no está restringido a las realizaciones descritas con referencia a los dibujos sino que puede ser modificado dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.

La presente solicitud que corresponde a las presentadas en Suecia, con fecha 30 de Abril de 1.973, bajo el número 73 06063-4, y 1 de Marzo de 1.974, bajo el número 74 02747-5, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

## REIVINDICACIONES

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

25 [illegible] 1974

los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un método mejorado de efectuar procedimientos químicos y/o físicos que requieren calor en una cámara de reacción que incluye un lecho que comprende sustancialmente el material que toma parte en el procedimiento, en dondo al menos parte de la energía requerida para dicho procedimiento se genera electroinductivamente en el propio lecho, al mismo tiempo que se emplea al menos una bobina de inducción a través de la cual se hace pasar corriente alterna, y que está situada fuera de la cámara de reacción, en donde la mejora comprende emplear un lecho que tiene una resistividad ($\rho$) dentro del intervalo de entre $10^{-4}$ y 10 ohm.m y una corriente alterna de baja frecuencia que es como máximo 10 veces la frecuencia de la red, preferiblemente como máximo cinco veces la frecuencia de la red, y mantener una relación entre la dimensión transversal mínima (d) de la superficie del lecho y la profundidad de penetración ($\delta$) del campo inductivo de entre 0,2 y 2,5, preferiblemente un valor determinado por la relación

$$\frac{d}{\delta} = K\,(0{,}54 - 0{,}35 \cdot \log_{10}\rho)$$



MC

29 MAYO 1924

en donde K es un valor numérico entre 1,1 y 1,5, preferiblemente aproximadamente 1,2.

2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, que comprende emplear la frecuencia de la red o una frecuencia que es un número entero múltiplo de la frecuencia de la red.

3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª ó 2ª, que comprende suministrar a la cámara de reacción parte del calor requerido para el procedimiento por combustión en dicha cámara de sustancias susceptibles de arder.

4ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, que comprende emplear un material de lecho que contiene sustancialmente coque.

5ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4ª, en donde dicho método se aplica a la coquización de carbón mineral que se carga en la cámara de reacción preferiblemente al menos sustancialmente de modo continuo, siendo el calor producido inductivamente generado en parte de la materia que experimenta coquización, estando dicho material sustancialmente exento por completo de constituyentes gasificables.

6ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5ª, que comprende descargar el coque formado de la cámara de reacción a través de una rampa para líquidos



MCE

29 MAY

en la cual se enfría el coque.

7ª.- Un método de acuerdo con las reivindicaciones 5ª o 6ª, que comprende hacer pasar al menos parte del gas de coquización a través del material coquizado presente en la cámara de reacción y mantener en dicho material al menos la temperatura requerida para craquear el gas de coquización.

8ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4ª, en donde el método se aplica a la reducción y/o carburación de un medio gaseoso hecho pasar a través del lecho de coque inductivamente calentado sustancialmente de modo continuo durante el consumo progresivo del lecho.

9ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 8ª, que comprende mantener la temperatura del lecho en tal magnitud que la escoria formada a medida que se consume coque en el lecho se obtiene en forma de una masa fundida en el fondo de la cámara de reacción y extraer la masa fundida de escoria de la cámara de reacción ya sea de como continuo o intermitente.

10ª.- Un método de acuerdo con las reivindicaciones 8ª o 9ª, que comprende precalentar dicho medio gaseoso por cambio de calor indirecto con gas reducido y/o carburado.

11ª.- Un método de acuerdo con cualquiera



MCE

29 MAYO 19

de las reivindicaciones 7ª-10ª, que comprende pasar descendentemente gas a través de coque situado en la cámara de reacción.

12ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4ª, en donde el método se aplica a la reducción y opcionalmente a la carbonización subsiguiente o la formación de carburos a partir de material sólido que contiene óxidos metálicos, especialmente material que contiene óxidos de hierro u óxidos de calcio, cargados en el lecho de coque situado en la cámara de reacción y en cuyo lecho se generan corrientes de inducción, y en donde se mantiene una temperatura en al menos el lecho de coque de tal magnitud que el material que contiene óxido metálico durante la reducción y la fusión y la carbonización o formación opcional de carburos del mismo, pasa a través del lecho de coque durante el consumo progresivo de dicho lecho y en donde la escoria formada y la masa fundida de metal o carburo metálico se extrae de la cámara de reacción ya sea de modo continuo o intermitente.

13ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 12ª, en el cual el material que contiene óxido metálico es un material de óxido de hierro, que comprende cargar el material de óxido de hierro en la cámara de reacción en un estado previamente reducido, adecuada-



MCE

mente en un estado previamente reducido hasta al menos FeO.

14ª.- Un método de acuerdo con las reivindicaciones 12ª o 13ª, que comprende cargar el material que contiene óxido metálico en una cámara de reacción en un estado finamente dividido tal que dicho material se mentenga fluidizado por los gases formados en la cámara de reacción, al menos durante las etapas iniciales de la reducción de dicho material.

15ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4ª, en donde el método se aplica a la fusión de material en partículas o terrones, que puede ser parcial o totalmente metálico, por ejemplo, óxidos metálicos previamente reducidos, tales como esponja de hierro, chatarra de metal, tal como chatarra de hierro, particularmente chatarra de metal de baja calidad, tales como virutas de torno y similares, y en donde se cargan en el reactor dicho material y agente reductor para reemplazar el coque consumido durante el procedimiento, en donde el material se funde eletroinductivamente y el material fundido pasa a través del lecho de coque calentado inductivamente durante la reducción final opcional de las partes oxidadas del material y siendo opcionalmente carbonizado el metal fundido durante el consumo progresivo del lecho de coque, y en donde el metal fundido y la es-

MC

29 MAY 1974

coria formada se obtienen en una zona situada debajo del lecho de coque, desde cuya zona se extraen el metal y la escoria continua o intermitentemente desde la cámara de reacción.

16ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12ª-15ª, en donde el material metálico o que contiene óxido metálico se precalienta antes de cargarse en la cámara de reacción.

17ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4ª, en donde el método se aplica a la recuperación de al menos un metal, tal como hierro y silicio de una masa fundida que contiene dicho metal en una forma fijada a un óxido, por ejemplo una escoria, siendo cargada la masa fundida en el lecho de coque y ajustándose el tiempo de permanencia para la masa fundida y la temperatura del lecho de coque de modo que dicho metal fijado a un óxido se reduzca durante el consumo progresivo del lecho de coque y se obtiene en una forma fundida en una zona situada debajo del lecho de coque, zona desde la cual la masa fundida y la escoria nuevamente formada y posiblemente la residual se extrae de la cámara de reacción ya sea continua o intermitente.

18ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4ª, en donde el método se aplica a la recu-

29 MAY

peración de al menos un metal o compuesto metálico volatilizado de un modo relativamente fácil, por ejemplo uno que comprende o contiene al menos uno de los metales zinc, plomo, arsénico, antimonio, cadmio y estaño, de una masa fundida, por ejemplo una escoria, tal como la escoria obtenida, cuando se funde un mineral de cobre que contiene dicho metal en forma de óxido y/o de sulfuro, haciendo que la masa fundida pase a través de un lecho de coque calentado inductivamente y siendo ajustados el tiempo de permanencia para la masa fundida y la temperatura del lecho de coque de modo que se reduzca el óxido metálico y se vaporice el metal y el compuesto metálico se volatilice durante el consumo progresivo del lecho.

19ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 18ª, en el cual la masa fundida también incluye una forma fijada a un óxido, preferiblemente un metal difícilmente volatilizado, tal como hierro y silicio, en donde el tiempo de permanencia para la masa fundida y la temperatura del lecho de coque se ajustan de modo que dicho metal fijado a un óxido se reduzca durante el consumo progresivo del lecho de coque y se obtenga en forma fundida en una zona situada debajo del lecho, zona desde la cual la masa fundida y la escoria tratada se extraen de la cámara de reac-

MCE

29 MAYO

ción ya sea continua o intermitentemente.

20ª.- Un método de acuerdo con las reivindicaciones 18ª o 19ª, en donde el metal o compuesto metálico vaporizado se oxida por combustión oxidante en la cámara de reacción de sustancias susceptibles de ser quemadas y se recupera en forma de óxido de los gases de combustión en el exterior del reactor.

21ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 18ª o 19ª, en donde el metal o compuesto metálico vaporizado se descarga de la cámara de reacción y se recupera en forma sólida o líquida condénsandolo en el exterior de dicha cámara de reacción.

22.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12ª a 21ª, en donde la masa fundida de metal o la masa fundida de carburo metálico y la masa fundida de escoria se extraen separadamente.

23ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9ª-22ª, en donde se retiene una capa de escoria fundida debajo del lecho de coque y en donde también se genera calor inductivamente en la masa fundida de escoria.

24ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8ª-23ª, en donde el

29 MAR

coque consumido en el lecho de coque sereemplaza de un modo sustancialmente continuo.

25ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 24ª, en donde el coque para reemplazar el coque consumido en el lecho se produce en la cámara de reacción cargando carbón en dicha cámara y coquizando allí dicho carbón.

26ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5ª-7ª y 25ª, en donde el carbón se calienta previamente, preferiblemente durante la etapa inicial del proceso de coquización, por combustión de sustancias susceptibles de arder, en la cámara de reacción, y en donde el calor de los gases de combustión se transfiere al carbón por radiación y convección.

27ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5ª-26ª, en donde se introducen hidrocarburos en la cámara de reacción.

28ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 27ª, que comprende poner en contacto los hidrocarburos con el coque y/o el carbón que se está coquizando y mantener en dicho material una temperatura de al menos tal magnitud que se craqueen los hidrocarburos haciendo que se precipite carbono sobre el coque.



ME

29 MAY 1974

29ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3ª-28ª, en donde el calor que se genera con dicha combustión de dichas sustancias susceptibles de arder y que no es absorbido por el material de la cámara de reacción se recupera en dicha cámara en una parte de radiación de una caldera de vapor dispuesta adyacente a dicho reactor, estando dicha parte de radiación dispuesta en dicha cámara de reacción.

30ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5ª-28ª, en donde al menos parte de los gases combustibles formados en la cámara de reacción se emplean para producir vapor de agua o energía eléctrica, por ejemplo por medio de una turbina de vapor de agua o gas, adecuadamente una turbina de aire caliente.

31ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 30ª, en donde la energía eléctrica producida se emplea para suministrar energía al procedimiento.

32ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª-31ª, efectuado en un reactor, cuya cámara de reacción está definida por miembros de pared que separan la bobina de inducción de dicha cámara y tienen un cierto grado de permeabi-

MC

29 MAYO 19

lidad a los gases, en donde se hace pasar a dichos miembros de pared un gas que se encuentra bajo una presión que excede la presión más elevada que reina en la zona de dicha cámara situada en el lado opuesto a la bobina de inducción y que es incapaz de establecer conexión conductora eléctrica entre las espiras de la bobina.

33ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 32ª, en donde se impide que el gas bajo presión pasado a los miembros de pared salga a través de dichas paredes en una dirección exterior a dicha cámara.

34ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 33ª, en donde al menos una parte del reactor cubierta por la bobina de inducción está encerrada en una cámara de presión.

35ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 34ª, en donde el gas se hace pasar a dichos miembros de pared a través de dicha cámara de presión.

36ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 33ª, en donde las regiones entre las espiras adyacentes de la bobina están aisladas frente a la atmósfera que rodea al reactor, y en donde el gas se suministra internamente a dichas regiones aisladas.

37ª.- Un método de acuerdo con cual-

MC

29 MAYO 1967

quiera de las reivindicaciones 32ª-36ª, en donde se emplea una bobina de inducción construida por una pluralidad de elementos cada uno de los cuales rodea a dicho aparato a través de como máximo 180º.

38ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32ª-37ª, en donde se emplea una bobina de inducción construida de una pluralidad de bobinas parciales.

39ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32ª-38ª, en donde cada espira de la bobina está dispuesta en un plano.

40ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 38ª ó 39ª, en donde las bobinas parciales adyacentes tienen diferentes direcciones de devanado, y en donde los extremos adyacentes de las bobinas parciales adyacentes están conectados al mismo punto en el sistema de suministro de corriente.

41ª.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 32ª-40ª, en donde se emplea un gas cuya composición no es perjudicial para el procedimiento de calentamiento.

42ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 41ª, en donde se emplea un gas sustancialmente inerte que tiene un potencial de oxígeno o de hidrógeno de tal magnitud que se impida la precipitación de carbono



MC

29 MAYO 1974

en al menos las partes de los miembros de pared adyacentes a la bobina de inducción.

43ª.- Un método mejorado de efectuar procedimientos químicos y/o físicos que requieren calor.

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

Esta Memoria consta de sesenta y cinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 29 MAYO 1974

P.A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder

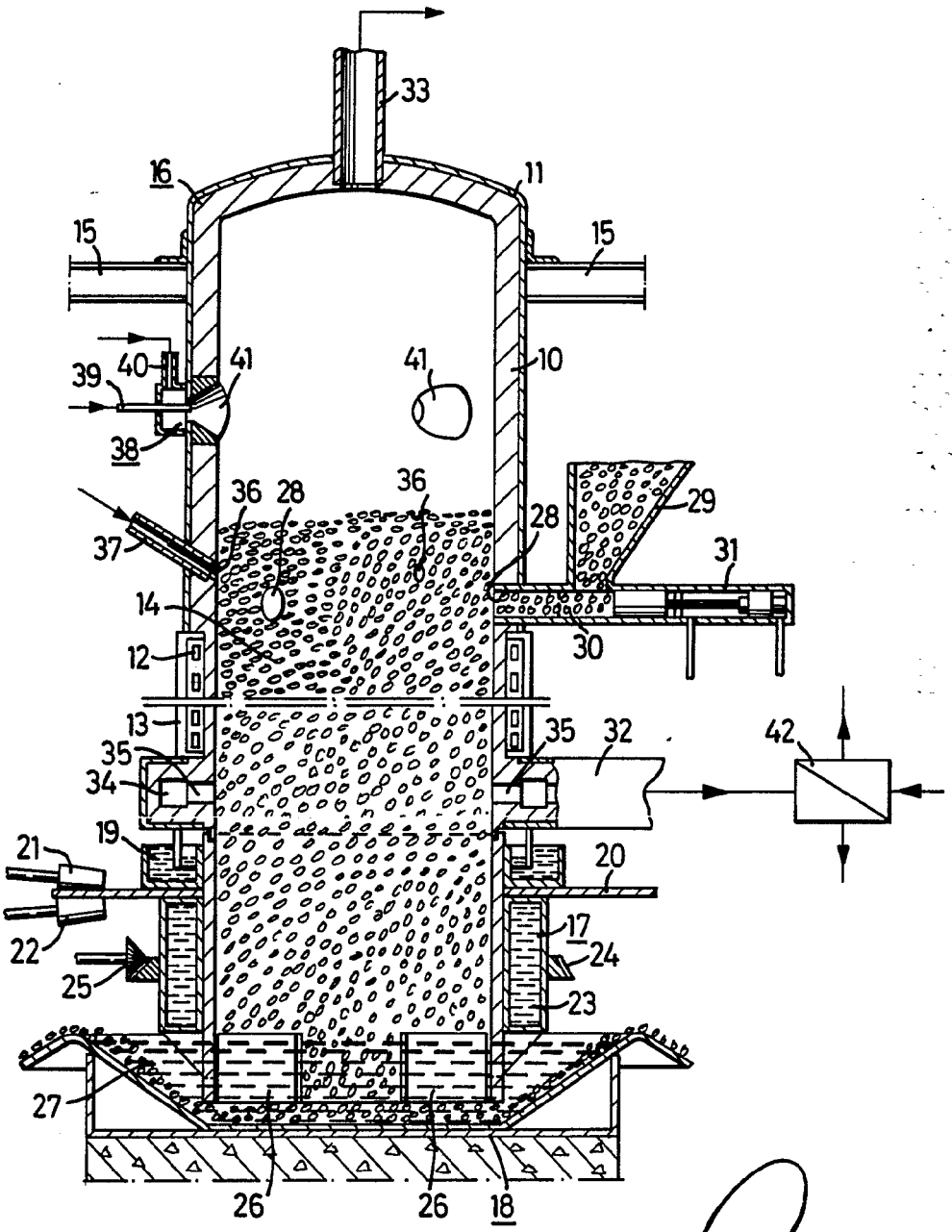
20.5.74
JGM/.



ME

29 MAR 1974

Fig. 1




Alberto de Elzaburu
Por Poder

P-1460
29 MAY

Fig. 2

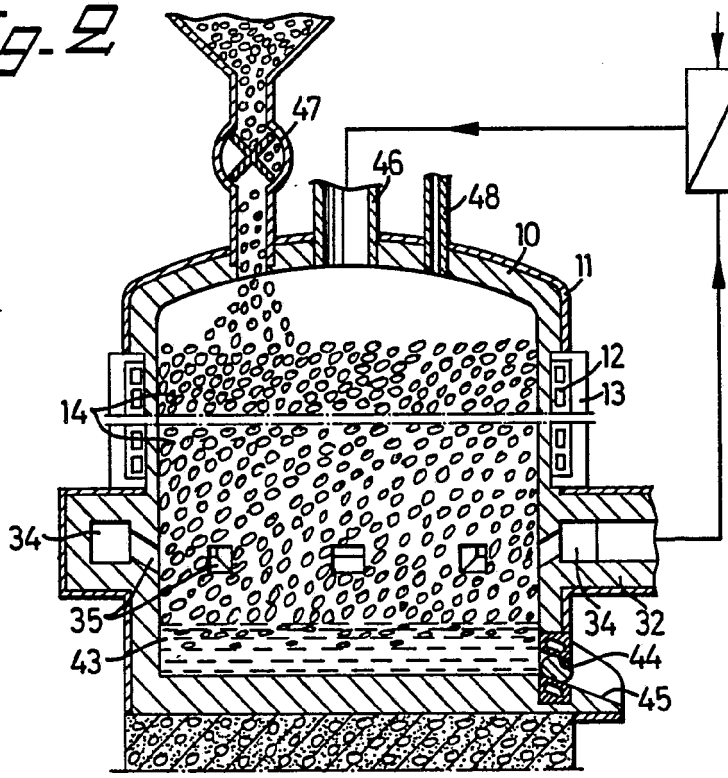
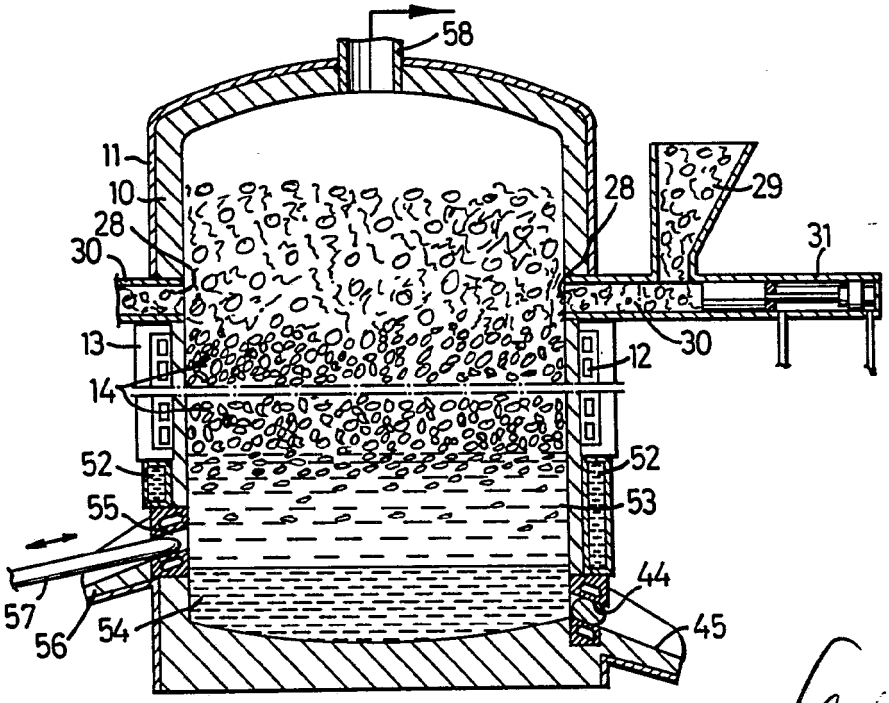


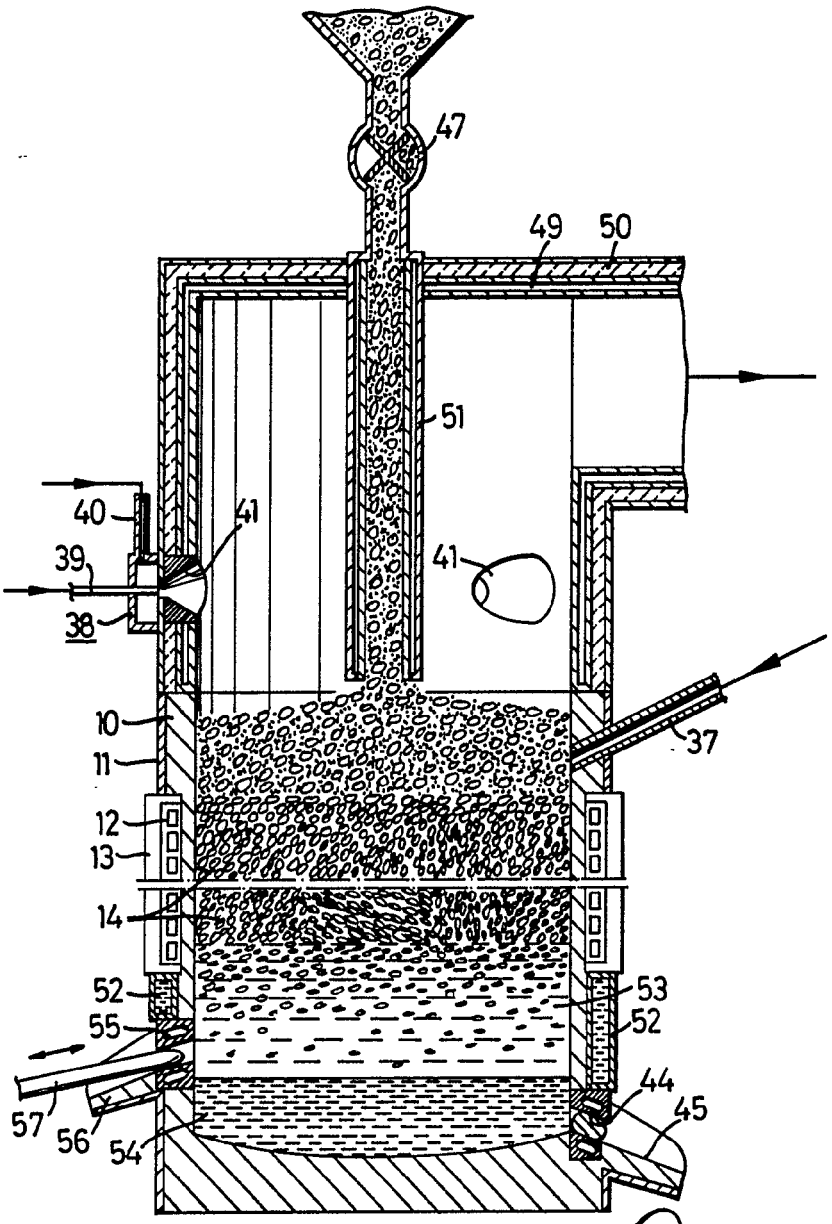

Fig. 4




Alberto de Elzaburu
Por Poder

P.P. 1460

Fig. 3




Alberto de Elzaburu
Por Poder

Pv-1160

Fig. 5

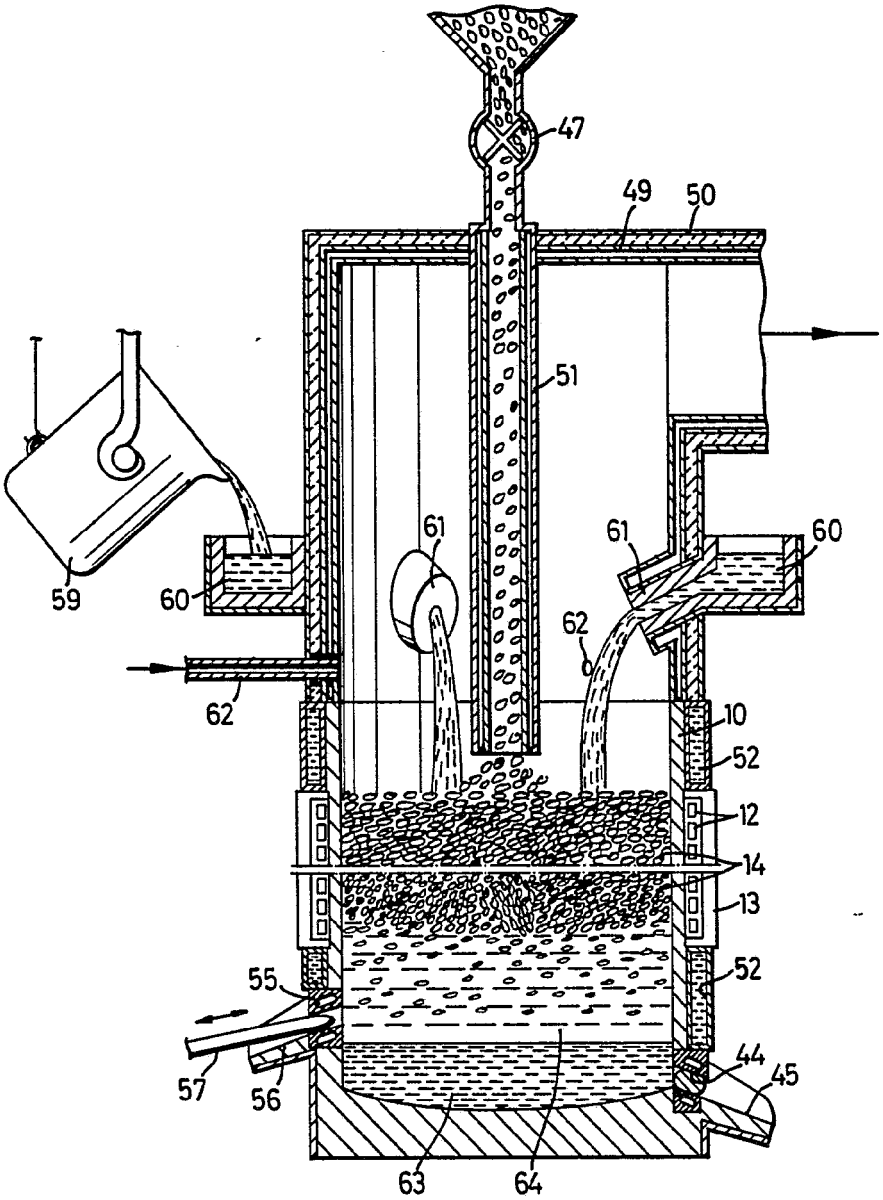


Fig. 6

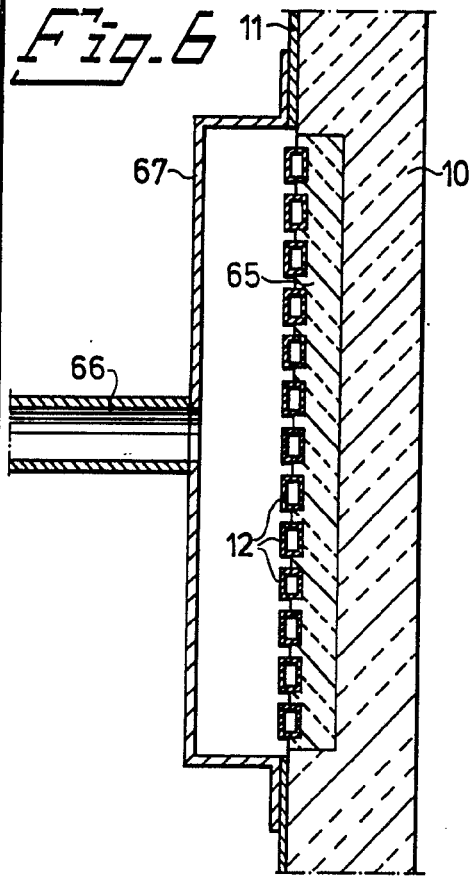



Fig. 7

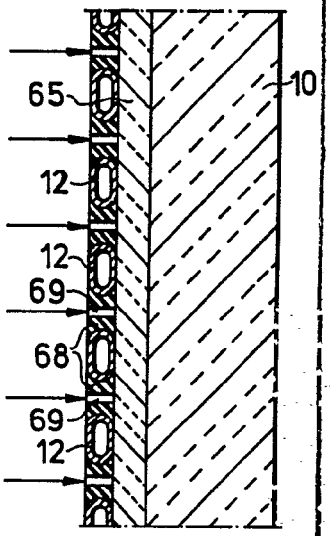



Fig. 8

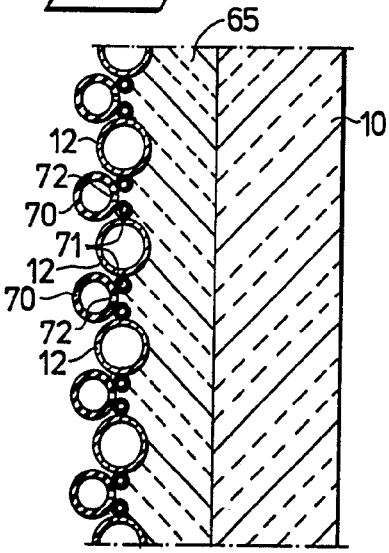
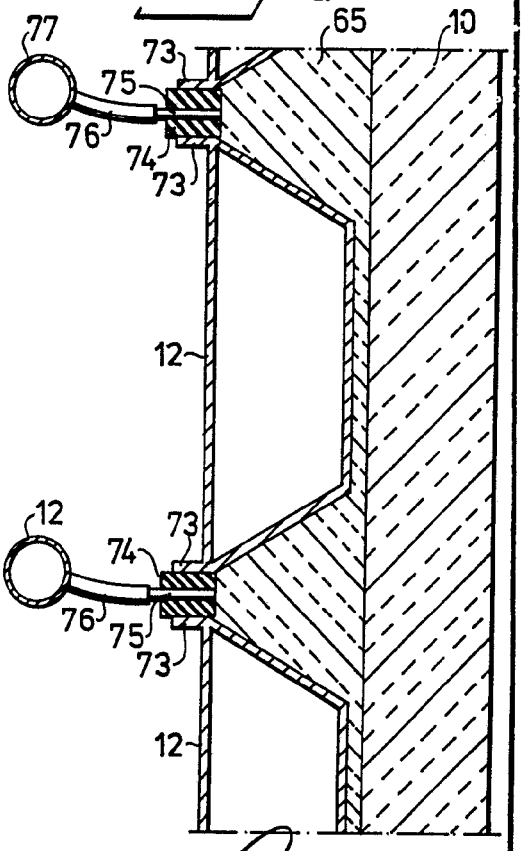



Fig. 9




Por Poder

8.5.4460
29 MAR 1974

Fig. 11

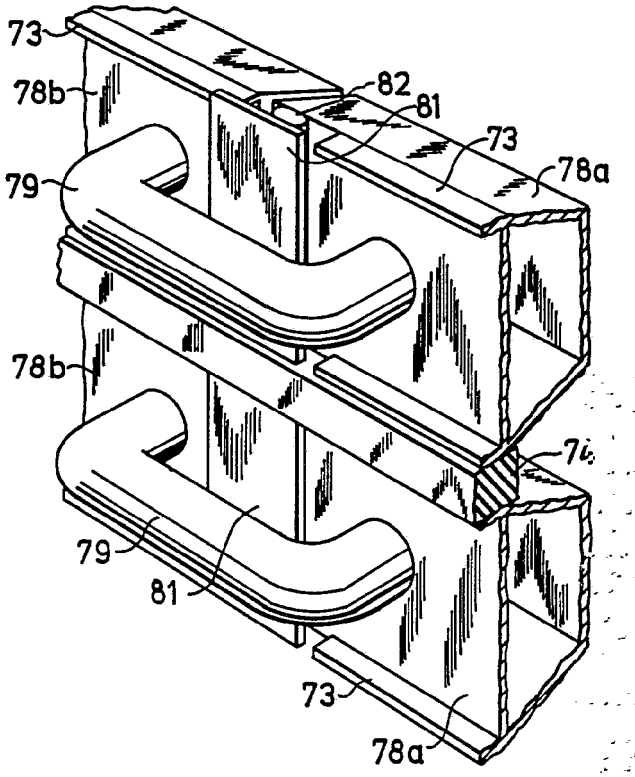



Fig. 10

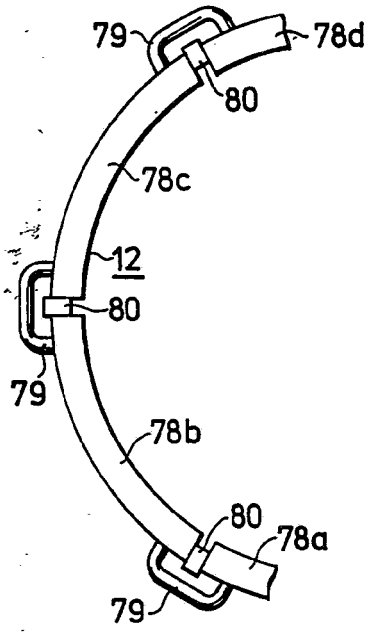
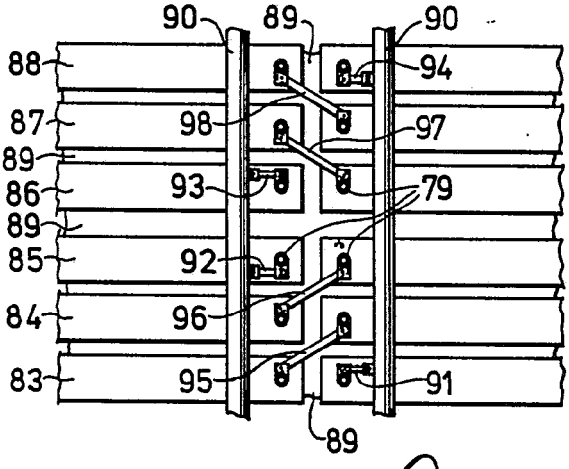



Fig. 12




Alberto da Encabo
Por Poder