

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 949**

51 Int. Cl.:

**C10B 27/06** (2006.01)

**C10B 41/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2011 PCT/FR2011/000541**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2012 WO12045926**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2011 E 11779734 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2625248**

54 Título: **Planta de coquización y procedimiento de control de dicha planta**

30 Prioridad:

**05.10.2010 WO PCT/FR2010/000663**

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

**24.05.2019**

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL MAIZIÈRES RESEARCH S.A.  
(100.0%)**

**Immeuble Le Cézanne, 6, rue André Campra  
93200 Saint-Denis, FR**

72 Inventor/es:

**GAILLET, JEAN-PAUL;  
PETIT, ETIENNE;  
ISLER, DANIEL y  
DELINCHANT, JULIETTE**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 713 949 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Planta de coquización y procedimiento de control de dicha planta

- 5 **[0001]** La invención se refiere a una planta de coquización que comprende hornos de fabricación de coque a partir de carbón, para suministrar a los altos hornos siderúrgicos el agente reductor en los reactores de elaboración de hierro, así como un procedimiento de control de dicha planta.
- 10 **[0002]** La transformación de carbón en coque se realiza por cocción en ausencia de aire en hornos refractarios dispuestos en batería. Se acompaña de una liberación de gases calientes (700 a 750 °C) de un gran volumen al comienzo de la cocción y disminuye a medida que avanza.
- 15 **[0003]** En cada horno, estos gases se evacúan por una columna ascendente cerrada en su parte superior por una válvula. Cada una de estas columnas ascendentes desemboca, por medio de un conducto de evacuación acodado, en un cilindro, que es un conducto de gran diámetro que recoge los gases de la batería de hornos y los canaliza hacia un circuito de tratamiento. Cada conducto de evacuación acodado comprende un rociador de agua de amoniaco para enfriar los gases a aproximadamente 80 °C antes de entrar en el cilindro y una placa de obturación, denominada placa, colocada en la unión con el cilindro y que puede adoptar dos posiciones. En la posición abierta, la placa está vertical y deja el paso completamente despejado para los gases. En la posición cerrada, la placa está horizontal y permite interrumpir completamente el paso de los gases al cilindro.
- 20 **[0004]** Durante la fase de coquización, la válvula de la columna ascendente de cada horno se cierra, lo que permite la evacuación de los gases dentro del cilindro, quedando las placas de los hornos en posición abierta.
- 25 **[0005]** Después de la coquización, cuando el coque es deshornado, la válvula se abre entonces y la placa del horno está en la posición cerrada, lo que permite aislar el cilindro del horno y evacuar los gases residuales por la columna ascendente.
- 30 **[0006]** En la mayoría de las plantas de coquización solo la presión en el cilindro se regula en torno a un punto de ajuste variable según la altura de los hornos entre 70 y 150 Pa. Al comienzo de la cocción, las altas presiones de los gases en los hornos son el origen de las emisiones de gas en las puertas de los hornos, a pesar de todo el cuidado en su mantenimiento y su buena estanqueidad. Estas emisiones, que comprenden polvos finos, monóxido de carbono, hidrocarburos poliaromáticos (HAP), tienen un impacto significativo en las condiciones de trabajo y la calidad del aire ambiente.
- 35 **[0007]** Al final de la cocción, los hornos pueden estar a presión negativa y se pueden producir entradas de aire exterior, lo que a largo plazo conduce a degradaciones refractarias debido a la combustión cerca de las entradas de los hornos.
- 40 **[0008]** Algunas plantas de coquización que favorecen la vida útil de los hornos trabajan con una presión de cilindro alta para mantener una presión positiva en los hornos al final de la cocción, incluso teniendo emisiones en las puertas. Otras plantas de coquización, sujetas a restricciones ambientales muy estrictas, como en Estados Unidos con la Ley de aire limpio, trabajan a presiones de cilindro muy bajas, a riesgo de degradar las entradas de los hornos y, a la larga, penalizar la vida útil de los hornos.
- 45 **[0009]** Para reducir la emisión de humos durante la carga, se conoce un primer tipo de planta de coquización en la que el rociador de agua de amoniaco colocado en el conducto de evacuación acodado proyecta agua a alta presión (30 a 40 bar) en la dirección del flujo de gas, creando de este modo un efecto de succión de estos gases al circuito de tratamiento. Este rociador funciona a alta presión durante dos minutos cuando se carga carbón en los hornos y en los cinco minutos siguientes, mientras que una cocción dura entre 16 y 20 horas. Sin embargo, esta tecnología no permite suprimir las emisiones durante las primeras horas de cocción en los hornos si se mantiene una presión alta en el cilindro.
- 50 **[0010]** Para mejorar la gestión de estas emisiones de gas, se conoce un segundo tipo de plantas de coquización en las que la presión de cada horno se puede controlar de forma independiente y que se describe en particular en el documento WO 02/094966. Esta planta comprende un conducto de evacuación acodado alargado en el interior del cilindro por un conducto recto que presenta cortes ranurados a través de los cuales pasan los gases. Este conduce desemboca en una cúpula llena de agua a modo de sifón, estando la cúpula conectada a un cilindro neumático que permite variar la altura de la misma y, por lo tanto, la superficie del paso de los gases. El cilindro neumático se controla en función de las mediciones de presión en el interior del horno y el cilindro se mantiene bajo succión durante todo el ciclo de cocción del horno. Este sistema permite ajustar eficazmente la presión de los hornos y, en particular, mantener una presión ligeramente positiva al final de la cocción.
- 60 **[0011]** Sin embargo, tiene la desventaja de ser mecánicamente complicado y, por lo tanto, requiere un gran mantenimiento. También requiere una modificación considerable de las instalaciones existentes. Finalmente, todo el

equipo debe duplicarse por razones de seguridad y su uso no permite evitar las fugas de gas en las puertas de los hornos al comienzo de la coquización.

5 **[0012]** También se conoce un último tipo de plantas de coquización en las que la presión de cada horno se puede controlar de forma independiente. Este sistema consiste en modificar el primer tipo de plantas articulando y controlando la posición de la placa de los hornos, de modo que pueda adoptar todas las posiciones intermedias posibles entre la posición abierta vertical y la posición cerrada horizontal. Por lo tanto, es posible ajustar la presión en cada horno cerrando parcialmente la placa en función de la presión medida en la base de cada columna ascendente. La placa se modifica adicionalmente para adoptar la forma de una campana en su parte superior, con el fin de optimizar la sensibilidad del sistema, especialmente en caso de un cierre completo. Sin embargo, este sistema tiene desventajas en la práctica, ya que es muy sensible a la menor variación de presión y requiere un ajuste preciso, difícil de implementar.

15 **[0013]** El documento GB 371.282 describe una instalación de coquización. La presente invención, por lo tanto, tiene como objetivo resolver los problemas mencionados anteriormente. En particular, su objetivo es proporcionar una planta de coquización y un procedimiento de control de una planta de este tipo que permita reducir las emisiones de gas de coquización sin degradar la vida útil de estas plantas. También tiene como objetivo permitir un control simple de la coquización con un mantenimiento reducido, que no requiera paradas de producción frecuentes o sistemas de regulación sofisticados.

20 **[0014]** Para este propósito, la invención tiene como primer objeto una planta de coquización del tipo que comprende una serie de hornos de coquización, comprendiendo cada horno una cámara de coquización dotada de puertas laterales para su descarga, comunicándose dicha cámara con una columna ascendente dotada de un conducto de evacuación de gases de coquización, desembocando los conductos de evacuación de cada horno en un cilindro colector, conectado el mismo a un circuito de tratamiento de gases de coquización, comprendiendo dicho cilindro una placa de obturación, comprendiendo además al menos un conducto de evacuación de uno de dichos hornos medios de proyección de líquido a presión en la pared de dicho conducto de evacuación, a contracorriente con respecto a la dirección del flujo de los gases que salen de la cámara, comprendiendo dicho conducto de evacuación medios de seguridad situados sobre dicho cilindro colector y dimensionados de manera que el líquido a presión proyectado por los medios de proyección no pueden alcanzar dicha columna ascendente, estando dichos medios de proyección posicionados por encima de dicha placa de obturación.

35 **[0015]** La planta según la invención puede comprender además las siguientes características, tomadas por separado o en combinación:

- los medios de proyección de líquido a presión consisten en un rociador que proyecta el líquido en forma de cono hueco,
- el líquido proyectado por los medios de proyección de líquido se vierte en un tanque conectado al cilindro, siendo los medios de proyección de líquido alimentados entonces por el tanque conectado a una bomba,
- 40 - la planta comprende además medios de medición de la presión del horno,
- la planta comprende además medios de control de la presión de los medios de proyección de líquido, conectados a los medios de medición de la presión del horno,
- el líquido de proyección es a base de agua.

45 **[0016]** La invención también tiene por objeto un procedimiento de control de una planta de coquización según la invención, en el que, al menos parcialmente, se cierra el conducto de evacuación accionando los medios de proyección de líquido a presión.

50 **[0017]** En una realización preferida, los medios de proyección de líquido se accionan a partir de la segunda mitad del ciclo de coquización, según un esquema predeterminado.

55 **[0018]** En otra realización preferida, el conducto de evacuación se cierra, al menos parcialmente, accionando los medios de pulverización de líquido a presión cuando la presión que prevalece en la cámara del horno se vuelve negativa, preferiblemente de manera que la presión del horno se mantenga entre +5 Pa y +10 Pa hasta que se descarga.

**[0019]** Otras características y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción, dada a modo de ejemplo y con referencia a las Figuras 1 a 4 adjuntas.

60 **[0020]** La figura 1 muestra esquemáticamente una sección transversal de una batería de hornos de coque 1 según la invención.

65 **[0021]** Primero se muestra un horno 2 que comprende una puerta delantera 3 y una puerta trasera 4. La cámara del horno 2 se comunica con una columna ascendente 5 rematada por una válvula 6. La columna ascendente 5 se extiende por un conducto de evacuación lateral acodado 7 (denominado cabeza de caballo) que

desemboca en un cilindro colector 8 parcialmente lleno de agua.

- [0022]** El conducto de evacuación acodado 7 comprende un rociador 9 de tipo convencional que proyecta agua a baja presión durante toda la cocción de la carga para enfriar los gases de destilación y condensar parte de los alquitranes en el cilindro. Este rociador también permite proyectar agua a alta presión, del orden de 30 a 40 bar, en la dirección de flujo de los gases fuera de la cámara de horno, creando de este modo un efecto de succión de estos gases al exterior del horno 2. El agua que proyecta es generalmente agua de amoniaco producida en la planta y reciclada.
- 10 **[0023]** En algunas plantas, se usa una inyección de vapor a 10-15 bar en lugar de la inyección de agua de amoniaco a alta presión.
- [0024]** El cilindro está dotado de una placa de obturación 10 de tipo convencional que puede adoptar una posición abierta como se muestra y una posición cerrada girando hasta alcanzar la horizontal. En el contexto de la presente invención, un segundo rociador 11 se coloca por encima de la unión del conducto de evacuación acodado 7 y el cilindro 8 y, por lo tanto, por encima de la placa de obturación 10. Este rociador 11 se alimenta aquí de agua a baja presión, de hasta 5 bar. De nuevo, dicha agua es agua de amoniaco reciclada.
- 15 **[0025]** En la realización particular mostrada en la figura 1, el rociador 11 permite crear una cortina de agua en forma de cono hueco, del tipo mostrado en la figura 2. Este cono hueco es más o menos permeable al paso de los gases del horno 2 hacia el cilindro 8, y permite cerrar, al menos parcialmente, el conducto de evacuación 7. Sea cual sea la presión del chorro de agua, llega a tocar las paredes del conducto de evacuación 7, siendo la cortina de agua más o menos permeable a los gases en función de la presión del agua.
- 20 **[0026]** Por supuesto, es posible implementar otros tipos de rociadores para crear una cortina de otra forma, tal como, por ejemplo, rociadores con orificios laterales que crean una corta de forma cónica muy acampanada, casi plana.
- [0027]** El tipo de rociador y la presión en la salida del rociador a contracorriente 11 dependen de la configuración particular del horno en cuestión y el experto en la técnica podrá elegirla en consecuencia. La presión debe ser suficiente en todos los casos para formar una cortina de agua densa y regular para contrarrestar, al menos parcialmente, el paso de los gases. También es esencial que la cortina de agua formada de este modo no se proyecte hacia el interior del horno 2 para no dañar los ladrillos refractarios, ni que se proyecte en la dirección del flujo de gases que salen de la cámara para evitar la creación de un efecto Venturi, lo que anularía el objetivo buscado al agravar la baja presión en el horno.
- 30 **[0028]** El conducto de evacuación acodado 7 está dotado de medios de seguridad que permiten garantizar que el líquido proyectado por el rociador 11 no pueda alcanzar en ningún caso la columna ascendente 5 y, con mayor motivo, el horno 2, incluso cuando la presión del rociador 11 se ajuste al máximo.
- 40 **[0029]** Estos medios de seguridad pueden adoptar cualquier forma adecuada y, en particular, pueden adoptar la forma de una extensión del conducto de evacuación acodado 7 por una sección tubular no acodada posicionada justo encima del cilindro 8, que queda de tal modo desplazado hacia abajo. También pueden adoptar la forma de un reborde lateral que cierra parcialmente la sección del conducto de evacuación 7 en la unión entre el conducto de evacuación 7 y la columna ascendente 5.
- 45 **[0030]** El cilindro 8 se conecta entonces a un conducto 12 para la evacuación de gases que desemboca a una zona de tratamiento de gases 13, al final de la cual se transportan hasta un gasómetro 14 antes de reutilizarse.
- 50 **[0031]** Al comienzo de un nuevo ciclo de coquización, las puertas 3 y 4 del horno 2 están cerradas y la carga de carbón fresco se realiza por gravedad desde la parte superior del horno por medio de los respiraderos de carga 15, estando la válvula 6 en posición horizontal cerrada. La placa 10 del cilindro 8 está en la posición vertical abierta. El rociador 9 se alimenta a alta presión durante la carga y los siguientes minutos para crear una presión negativa en el horno y capturar de este modo todos los gases de carga.
- 55 **[0032]** Al final de la carga, el rociador deja de alimentarse con agua de amoniaco a alta presión y luego se alimenta con agua de amoniaco a baja presión, para enfriar los gases antes de la entrada en el cilindro 8. Para evitar fugas en las puertas durante las primeras horas de cocción cuando hay una alta presión en el horno (varios cientos de Pa), la presión en el cilindro 8 se ajusta, según la invención, a un valor positivo bajo del orden de 40 a 50 Pa. Una presión tan baja en el cilindro 8 reduce drásticamente las emisiones en las puertas 3 y 4 en los primeros minutos después de la carga, o incluso las elimina por completo.
- 60 **[0033]** Al final de la cocción, cuando la presión en el horno 2 se vuelve negativa, el rociador 11 se pone en funcionamiento proyectando agua a baja presión a contracorriente de los gases evacuados, lo que permite mantener el horno 2 a una presión positiva de 5 a 10 Pa.
- 65

**[0034]** Por lo tanto, se evita cualquier presión negativa en el horno 2 que podría conducir a entradas de aire a través de las puertas, y eventualmente conducir a la degradación de las entradas del horno.

5 **[0035]** En el momento de la descarga, la acción del rociador 11 se interrumpe y la placa 10 se lleva a la posición horizontal cerrada hasta el siguiente ciclo de coquización.

**[0036]** El agua proyectada por el rociador 11 se recoge en el cilindro 8 con los condensados y el agua del rociador 9 y luego se evacúa en un tanque de recogida (no mostrado) antes de tratarse y reciclarse.

10

**[0037]** En el contexto de la presente invención, el agua de amoniaco, ya utilizada en el rociador 9, se usará preferiblemente como un líquido de proyección.

15 **[0038]** El rociador a contracorriente 11 según la invención se puede fijar al conducto de evacuación acodado 7 mediante cualquier sujeción adecuada.

**[0039]** Las pruebas a escala real se realizaron implementando el procedimiento según la invención en un horno de coque dotado de un rociador a contracorriente de tipo BEX o similar, y se confirmó que era posible regular con precisión la presión en el horno, como se puede ver en el gráfico de la figura 3, que muestra la curva de presión en el horno en función del tiempo de coquización.

20 **[0040]** En particular, se puede observar que desde que empieza a funcionar el rociador 11 después de una hora y 4 minutos y como resultado de diferentes variaciones de la presión del agua, se ha demostrado como necesario y suficiente un nivel de presión de 2 bar a la salida del rociador (correspondiente a 3 bar en la bomba) para alcanzar una presión ligeramente positiva en el horno, para evitar que el aire entre en las puertas del horno.

**[0041]** Al actuar así sobre la presión del agua proyectada por el rociador a contracorriente, se puede regular de este modo con precisión la presión de cada horno de coquización.

30 **[0042]** No hace falta decir que el uso de un rociador a contracorriente según la invención se puede combinar con otros medios de regulación individuales de los hornos de coquización, mientras se mantiene dentro del alcance de la presente invención.

**[0043]** Para automatizar el procedimiento según la invención, es suficiente con medir continuamente la presión en el interior de cada horno en cuestión y transmitir la información a un ordenador de gestión del procedimiento que activará el funcionamiento de los rociadores 11 en función del nivel de presión medido. En segundo lugar, cuando la presión del horno 2 disminuye aún más al mismo tiempo que termina la transformación del carbón en coque, será suficiente con aumentar la presión del agua proyectada para mantener la presión del horno en cuestión en el rango de presión deseado.

40

**[0044]** Cuando no se desee medir la presión de los hornos de forma continua, también será posible proporcionar simplemente a los hornos dispositivos que señalen el cruce de un umbral de presión, lo que puede activar entonces el funcionamiento de los medios de obturación del conducto de evacuación acodado 7.

45 **[0045]** También es posible no medir las presiones en la batería de hornos, sino determinar de antemano las presiones de un ciclo habitual de coquización y ajustar los medios de control de los rociadores 11 para que proyecten el líquido en un momento predeterminado con una presión definida, que puede evolucionar según un esquema predeterminado. Por lo tanto, se puede definir que la proyección de líquido comenzará cuando se alcance el último cuarto del ciclo de coquización, por ejemplo.

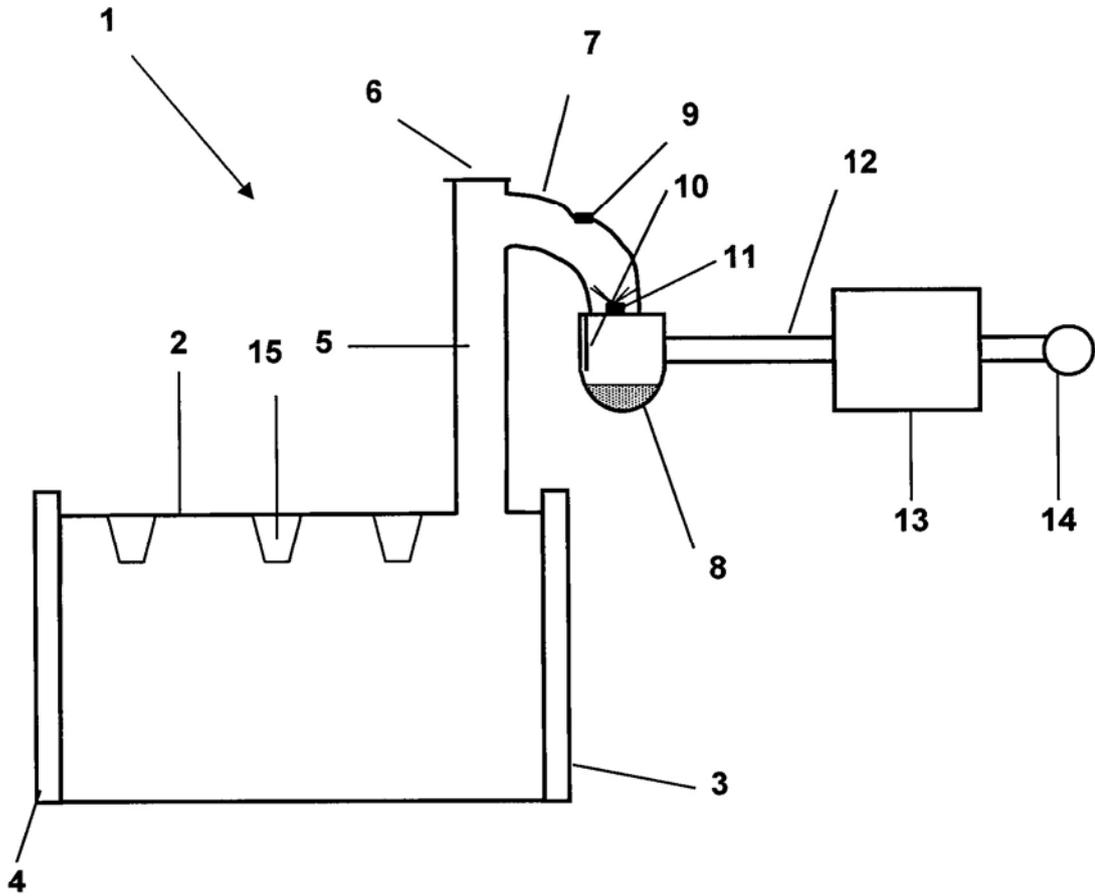
50

**[0046]** También es posible controlar el sistema mediante un operador que posiblemente pueda recopilar la información transmitida por el ordenador de gestión del procedimiento.

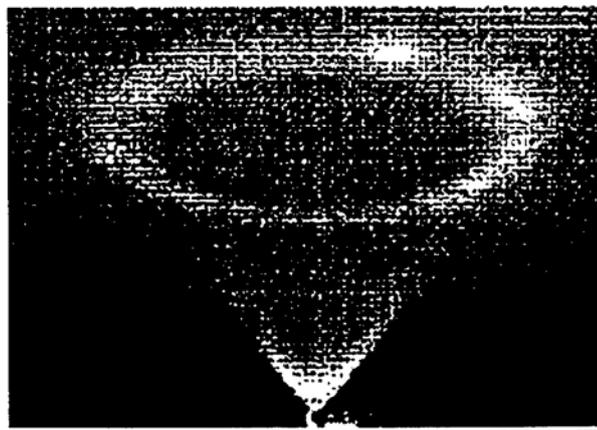
**REIVINDICACIONES**

1. Planta de coquización (1) del tipo que comprende una serie de hornos de coquización (2), comprendiendo cada horno (2) una cámara de coquización dotada de puertas de descarga laterales (3, 4), comunicándose dicha cámara con una columna ascendente (5) dotada de un conducto de evacuación de gas de coquización (7), desembocando los conductos de evacuación (7) de cada horno (2) en un cilindro colector (8), conectado a un circuito de tratamiento de gas de coquización (12, 13, 14), comprendiendo dicho cilindro (8) una placa de obturación (10), comprendiendo además, al menos un conducto de evacuación (7) de uno de dichos hornos (2), medios de proyección de líquido a presión (11) en la pared de dicho conducto de evacuación (7), a contracorriente con respecto a la dirección del flujo de los gases que salen de la cámara, comprendiendo dicho conducto de evacuación (7) medios de seguridad situados sobre dicho cilindro colector (8) y dimensionados de manera que el líquido a presión proyectado por los medios de proyección (11) no puede alcanzar dicha columna ascendente (5), estando dichos medios de proyección (11) posicionados por encima de dicha placa de obturación (10).
2. Planta según la reivindicación 1, en la que dichos medios de proyección (11) consisten en un rociador que proyecta el líquido en forma de cono hueco.
3. Planta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en la que el líquido proyectado por dichos medios de proyección (11) se vierte en un tanque conectado al cilindro (8), siendo los medios de proyección de líquido (11) alimentados entonces por dicho tanque conectado a una bomba.
4. Planta según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además medios de medición de la presión de dicho horno (2).
5. Planta según la reivindicación 4, que comprende además medios de control de la presión de dichos medios de proyección de líquido (11), conectados a dichos medios de medición de la presión de dicho horno (2).
6. Procedimiento de control de una planta de coquización (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se cierra, al menos parcialmente, dicho conducto de evacuación (7) accionando dichos medios de proyección de líquido a presión (11).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que dichos medios de proyección de líquido a presión (11) se accionan a partir de la segunda mitad del ciclo de coquización, según un esquema predeterminado.
8. Procedimiento de control de una planta de coquización (1) según la reivindicación 6, en el que se cierra, al menos parcialmente, dicho conducto de evacuación (7) accionando dichos medios de proyección de líquido a presión (11) cuando la presión que prevalece en la cámara de dicho horno (2) se vuelve negativa.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que dichos medios de proyección de líquido a presión (11) se accionan de manera que la presión de dicho horno se mantiene entre +5 Pa y +10 Pa hasta la derivación.

**Figura 1**



**Figura 2**



**Figura 3**

