

HORNO DE COQUE CON CONSTRUCCIÓN DE COMPONENTES DE MONOLITO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud Provisional de Patente No. 62/050,738, presentada el lunes, 15 de septiembre de 2014, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

CAMPO TÉCNICO

[0002] La presente tecnología se refiere en general al uso de formas geométricas prefabricadas en hornos de coque horizontales con recuperación de calor, hornos de coque sin recuperación de calor y hornos de coque tipo colmena, por ejemplo, el uso de un componente monolítico para construir un horno de coque horizontal.

ANTECEDENTES

[0003] El coque es un combustible de carbono sólido y una fuente de carbono utilizada para fundir y reducir el mineral de hierro en la producción de acero. En un proceso, conocido como el “proceso de coquización Thompson (Thompson Coking Process)”, el coque es producido por alimentación por lotes de carbón pulverizado a un horno que se sella y calienta a temperaturas muy altas durante 24 a 48 horas en condiciones atmosféricas controladas rigurosamente. Los hornos de coquización se han utilizado durante muchos años para convertir carbón en coque metalúrgico. Durante el proceso de coquización, el carbón finamente triturado se calienta bajo condiciones de temperatura controlada para solidificar el carbón y formar una masa fundida de coque que tiene una porosidad y resistencia predeterminada. Debido a que la producción de coque es un proceso por lotes, se operan simultáneamente múltiples hornos de coque.

[0004] El proceso de fusión y de disolución sufrido por las partículas de carbón durante el proceso de calentamiento es una parte importante de la coquización. El grado de fusión y el grado de asimilación de las partículas de carbón en la masa fundida determinan las características del coque producido. Con el fin de producir el coque más fuerte a partir de un carbón o mezcla de carbón particular, hay una relación óptima de reactivo a entidades inertes en el carbón. La porosidad y la resistencia del coque son importantes para el proceso de refinado de mineral y se determinan por la fuente de carbón y/o el método de coquización.

[0005] Las partículas de carbón o una mezcla de partículas de carbón se cargan en hornos calientes, y el carbón se calienta en los hornos con el fin de eliminar materia volátil (“MV”) a partir del coque resultante. El proceso de coquización es altamente dependiente del diseño del horno, del tipo de carbón y de la temperatura de conversión utilizada. Normalmente, los hornos se ajustan durante el proceso de coquización de manera que cada carga de carbón se coquiza en aproximadamente la misma cantidad de tiempo. Una vez el carbón se “coquiza (coked out)” o se coquiza totalmente, el coque se retira del horno y se enfría con agua para que se enfríe por debajo de su temperatura de ignición. Alternativamente, el coque se enfría en seco con un gas inerte. La operación de enfriamiento también debe controlarse cuidadosamente para que el coque no absorba exceso de humedad. Una vez se enfría, el coque se tamiza y se carga en vagones o camiones para su transporte.

[0006] Debido a que el carbón se alimenta en hornos calientes, gran parte del proceso de alimentación de carbón está automatizado. En hornos verticales o de tipo de ranura, el carbón se carga normalmente a través de ranuras o aberturas en la parte superior de los hornos. Estos hornos tienden a ser altos y estrechos. Para la producción de coque también se utilizan hornos de coquización horizontales con recuperación de calor o sin recuperación de calor. En los hornos de coquización del tipo que recuperan calor o sin recuperación de calor, se utilizan transportadores para transportar las partículas de carbón horizontalmente hacia el interior de los hornos para proporcionar una cama alargada de carbón.

[0007] Dado que la fuente de carbón adecuado para la formación de carbón metalúrgico (“carbón de coquización”) ha disminuido, se han hecho intentos para mezclar carbones de calidad débil o inferior (“carbón no coquizable”) con carbones de coquización para proporcionar una carga adecuada de carbón para los hornos. Una forma de combinar carbones coquizables y no coquizables es utilizar carbón compactado o cargado apisonado (stamp-charged). El carbón puede ser compactado antes o después de que está en el horno. En algunas realizaciones, se compacta una mezcla de carbones coquizables y no coquizables a más de 50 libras por pie cúbico con el fin de utilizar carbón no coquizable en el proceso de elaboración de coque. A medida que aumenta el porcentaje de carbón no coquizable en la mezcla de carbón, se necesitan niveles más altos de compactación de carbón (por ejemplo, hasta aproximadamente 65 a 75 libras por pie cúbico).

Comercialmente, el carbón se compacta normalmente alrededor de 1,15 a 1,2 de gravedad específica (sg) o alrededor de 70 a 75 libras por pie cúbico.

[0008] Los hornos de recuperación de calor horizontales (hornos “HHR”) tienen una ventaja ambiental única sobre hornos de derivados químicos, con base en las condiciones de presión atmosférica de funcionamiento relativas dentro de los hornos HHR. Los hornos HHR operan bajo presión negativa, mientras que los hornos de derivados químicos operan a una presión atmosférica ligeramente positiva. Ambos tipos de hornos se construyen normalmente a partir de ladrillos refractarios y otros materiales en los que la creación de un ambiente sustancialmente hermético puede ser un desafío, dado que en estas estructuras pueden formarse pequeñas grietas durante la operación del día a día. Los hornos de derivados químicos se mantienen a una presión positiva para evitar la oxidación de los productos recuperables y el sobrecalentamiento de los hornos. Por el contrario, los hornos HHR se mantienen a una presión negativa, arrastrando aire desde el exterior del horno para oxidar la MV del carbón y liberar el calor de la combustión dentro del horno. Es importante reducir al mínimo la pérdida de gases volátiles al medio ambiente, por lo que la combinación de condiciones atmosféricas positivas y las aberturas o grietas pequeñas en los hornos de derivados químicos permiten que el gas de coque bruto del horno (“COG”) y los contaminantes peligrosos se escapen a la atmósfera. Por el contrario, las condiciones atmosféricas negativas y las aberturas o grietas pequeñas en los hornos HHR o ubicaciones en cualquier parte en la planta de coque simplemente permiten que ingrese aire adicional al interior del horno o en otros lugares en la planta de coque para que las condiciones atmosféricas negativas resistan la pérdida de COG a la atmósfera.

[0009] Los hornos HHR no han sido tradicionalmente capaces de bajar significativamente su funcionamiento (por ejemplo, su producción de coque) por debajo de su capacidad de diseño sin dañar potencialmente los hornos. Esta restricción está vinculada a las limitaciones de temperatura en los hornos. Más específicamente, los hornos HHR tradicionales son hechos principalmente de ladrillos de sílice. Cuando se construye un horno de sílice, los espaciadores consumibles se colocan entre los ladrillos en la copa del horno para permitir la expansión del ladrillo. Una vez que el horno se calienta, los espaciadores se queman y los ladrillos se expanden en adyacencia. Una vez se calientan los hornos HHR de ladrillos de sílice, nunca se les permite caer por debajo de la temperatura térmicamente estable en volumen de los ladrillos de sílice, la temperatura por encima de la cual el sílice es generalmente estable en volumen (es decir, no se

expande o contrae). Si los ladrillos caen por debajo de esta temperatura, los ladrillos comienzan a contraerse. Dado que los espaciadores se han quemado, una copa tradicional puede contraerse varias pulgadas al enfriarse. Este movimiento es potencialmente suficiente para que los ladrillos de la copa comiencen a moverse y a colapsar potencialmente. Por lo tanto, debe mantenerse suficiente calor en los hornos para mantener los ladrillos por encima de la temperatura térmicamente estable en volumen. Esta es la razón por la cual se ha dicho que un horno HHR nunca puede apagarse. Debido a que no se puede bajar significativamente la temperatura de los hornos, durante períodos de baja demanda de acero y coque, la producción de coque debe sostenerse. Además, puede ser difícil realizar el mantenimiento de hornos HHR calientes. Otras partes del sistema de horno de coque pueden sufrir de limitaciones térmicas y/o estructurales similares. Por ejemplo, la copa de un canal de solera que va por debajo del piso de horno puede colapsar o por otro lado sufrir de levantamiento de la base del horno, de hundimiento del suelo, de ciclo térmico o estructural, o de otro deterioro. Estas tensiones pueden hacer que los ladrillos en el canal de solera se muevan y se separen.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0010] La Figura 1A es una vista isométrica parcial de corte transversal de una parte de una planta de coque horizontal de recuperación de calor configurada de acuerdo con realizaciones de la presente tecnología.

[0011] La Figura 1B es una vista superior de una parte del canal de solera de un horno de coque con recuperación de calor horizontal configurada de acuerdo con realizaciones de la tecnología.

[0012] La Figura 1C es una vista frontal de una copa de monolito para su uso con el canal de solera que se muestra en la Figura 1B y que se encuentra configurado de acuerdo con realizaciones de la tecnología.

[0013] La Figura 2A es una vista isométrica de un horno de coque que tiene una copa de monolito configurada de acuerdo con realizaciones de la tecnología.

[0014] La Figura 2B es una vista frontal de la copa de monolito de la Figura 2A moviéndose entre una configuración contraída y una configuración expandida de acuerdo con realizaciones de la tecnología.

[0015] La Figura 2C es una vista frontal de las paredes laterales del horno para soportar una copa de monolito configurada de acuerdo con realizaciones de la tecnología.

[0016] La Figura 2D es una vista frontal de las paredes laterales del horno para soportar una copa de monolito configurada de acuerdo con realizaciones de la tecnología.

[0017] La Figura 3 es una vista isométrica de un horno de coque que tiene una copa de monolito configurada de acuerdo con realizaciones adicionales de la tecnología.

[0018] La Figura 4A es una vista isométrica de un horno de coque que tiene una copa de monolito configurada de acuerdo con otras realizaciones de la tecnología.

[0019] La Figura 4B es una vista frontal de la copa de monolito de la Figura 4A configurada de acuerdo con realizaciones adicionales de la tecnología.

[0020] La Figura 5A es una vista parcial isométrica de corte transversal de una porción de canal de solera de monolito de un horno de coque con recuperación de calor horizontal configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0021] La Figura 5B es una vista isométrica de una sección de una pared del canal de solera de monolito para uso con el canal de solera de monolito mostrado en la Figura 5A y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0022] La Figura 5C es una vista isométrica de una sección de pared de bloqueo para uso con el canal de solera de monolito mostrado en la Figura 5A y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0023] La Figura 5D es una vista isométrica de otra sección de pared del canal de solera de monolito para uso con el canal de solera de monolito mostrado en la Figura 5A y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0024] La Figura 5E es una vista isométrica de una sección de pared de canal de solera exterior de monolito con canales de fluido para uso con el canal de solera de monolito mostrado en la Figura 5A y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0025] La Figura 5F es una vista isométrica de otra sección de pared de canal de solera exterior de monolito con canales de fluido abiertos para uso con el canal de solera de monolito mostrado en la Figura 5A y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0026] La Figura 5G es una vista isométrica de una sección de esquina del canal de solera de monolito para uso con el canal de solera de monolito mostrado en la Figura 5A y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0027] La Figura 5H es una vista isométrica de un soporte de arco monolítico para uso con el canal de solera de monolito mostrado en la Figura 5A y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0028] La Figura 6 es una vista isométrica parcial de un piso de copa de monolito y una parte del canal de solera de monolito de un horno de coque con recuperación de calor horizontal configurado de acuerdo con las realizaciones de la tecnología.

[0029] La Figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra un método para bajar la temperatura de un horno de coque con recuperación de calor horizontal que tiene una construcción de componentes de monolito.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0030] La presente tecnología se refiere en general a hornos de coque con recuperación de calor horizontal con una construcción de componentes de monolito. En algunas realizaciones, un horno de coque HHR incluye una copa de monolito que abarca el ancho del horno entre las paredes laterales opuestas del horno, una pared de monolito que se extiende por toda la altura y longitud del horno de coque, y/o un piso de monolito que se extiende a lo largo y ancho del horno de coque. Los componentes de monolito se expanden al calentarse y se contraen al enfriarse como una sola estructura. En otras realizaciones, los componentes de monolito comprenden un material térmicamente estable en volumen. En diversas realizaciones, el componente de monolito y las características térmicamente estables en volumen pueden utilizarse en combinación o solos. Estos diseños pueden permitir que se baje la temperatura del horno por debajo de las temperaturas tradicionalmente viables mientras se mantiene la integridad estructural de los componentes de monolito.

[0031] Más adelante se describen detalles específicos de diversas realizaciones de la tecnología con referencia a las Figuras 1A-7. En la siguiente descripción, no se han establecido otros detalles que describan estructuras y sistemas bien conocidos asociados a menudo con hornos de coque, con el fin de evitar confundir innecesariamente la descripción de las diversas realizaciones de la tecnología. Muchos de los detalles, dimensiones, ángulos y otras características que se muestran en las Figuras son meramente ilustrativos de realizaciones particulares de la tecnología. Por consiguiente, otras realizaciones pueden tener otros detalles, dimensiones, ángulos y características sin apartarse del espíritu o alcance de la presente tecnología. Por lo tanto, una persona normalmente versada en la materia comprenderá que la tecnología puede tener otras

realizaciones con elementos adicionales o que la tecnología puede tener otras realizaciones sin varias de las características que se muestran y se describen a continuación con referencia a las Figuras 1A-7.

[0032] La Figura 1A es una vista parcial isométrica de corte transversal de una porción de una planta de coque con recuperación de calor horizontal (“HHR”, por sus siglas en inglés) 100 configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología. La planta 100 incluye una pluralidad de hornos de coque 105. Cada horno 105 puede incluir una cavidad abierta definida por un piso 160, una puerta frontal 165 que forma sustancialmente la totalidad de un lado del horno, una puerta trasera (no se muestra) opuesta a la puerta frontal 165 que forma sustancialmente la totalidad de la parte lateral del horno opuesta a la puerta frontal, dos paredes laterales 175 que se extienden hacia arriba desde el piso de horno 160 que intermedia la puerta frontal 165 y la puerta trasera y una copa 180 que forma la superficie superior de la cavidad abierta de una cámara de horno 185. Un primer extremo de la copa 180 puede descansar sobre una primera pared lateral 175, mientras que un segundo extremo de la copa 180 puede descansar sobre una pared lateral opuesta 175, tal como se muestra. Los hornos adyacentes 105 pueden compartir una pared lateral común 175.

[0033] En la operación, los gases volátiles emitidos por el carbón que se encuentra ubicado dentro de la cámara de horno 185 se colectan en la copa 180 y se arrastran descendentemente en el sistema general en canales descendentes 112 formados en una o en ambas paredes laterales 175. Los canales descendentes 112 conectan fluidamente la cámara de horno 185 con un canal de solera 116 ubicado por debajo del piso de horno 160. El canal de solera 116 incluye una pluralidad de tramos lado a lado 117 que forman una ruta indirecta por debajo del piso de horno 160. Aunque se muestra que los tramos 117 en la Figura 1A son sustancialmente paralelos a un eje longitudinal del horno 105 (es decir, paralelo a las paredes laterales 175), en otras realizaciones, el canal de solera 116 puede estar configurado de tal manera que al menos algunos segmentos de los tramos 117 están generalmente perpendiculares al eje longitudinal del horno 105 (es decir, perpendicular a las paredes laterales 175); en otras realizaciones, el canal de solera 116 se puede configurar de tal manera que todos o algunos de los tramos 117 no sean perpendiculares al eje longitudinal y/o que en general sean serpentinos. Esta disposición se ilustra en la Figura 1B y se discute en más detalle a continuación. Los gases volátiles emitidos por el carbón pueden quemarse en el canal de solera 116, generando de este

modo calor para soportar la reducción de carbón a coque. Los canales descendentes 112 están conectados fluidamente a chimeneas o canales de captación 114 formados en una o ambas paredes laterales 175.

[0034] De vez en cuando, los canales descendentes 112 pueden necesitar la inspección o el servicio para asegurarse que la cámara de horno 185 se mantenga en comunicación abierta de fluido con el canal de solera 116 ubicado por debajo del piso de horno 160. En consecuencia, en diversas realizaciones, las cubiertas descendentes 118 están ubicadas sobre aberturas en las partes extremas superiores de los canales descendentes individuales 112. En algunas realizaciones, las cubiertas descendentes 118 pueden proporcionarse como una sola estructura de placa. En otras realizaciones, tal como se representa en la Figura 1A, las cubiertas descendentes 118 pueden formarse a partir de una pluralidad de miembros de cubierta separados que se ubican estrechamente adyacentes, o asegurados, entre sí. Ciertas realizaciones de las cubiertas descendentes 118 incluyen una o más aberturas de inspección 120 que penetran partes centrales de la cubierta descendente 118. Aunque se representan como de forma redonda, se contempla que las aberturas de inspección 120 pueden formarse para estar cerca de casi cualquier curvilínea, o forma poligonal, deseada para la aplicación particular. Los conectores 122 se proporcionan para tener formas que se aproximan a las de las aberturas de inspección 120. En consecuencia, los conectores 122 pueden retirarse para inspección visual o reparación de los canales descendentes 112 y devolverse a lugar con el fin de limitar el escape involuntario de gases volátiles. En realizaciones adicionales, un revestimiento puede extender la longitud total del canal para la interfaz con la abertura de inspección. En realizaciones alternativas, el revestimiento puede extender solo una parte de la longitud del canal.

[0035] El coque se produce en los hornos 105 al cargar primero carbón en la cámara de horno 185, calentar el carbón en un ambiente sin oxígeno, expulsar la fracción volátil del carbón y luego oxidar el MV dentro del horno 105 para capturar y aprovechar el calor que se desprende. Los volátiles de carbón se oxidan dentro de los hornos 105 durante un ciclo de coquización prolongado y liberan calor para conducir de manera regenerativa la carbonización del carbón a coque. El ciclo de coquización comienza cuando se abre la puerta frontal 165 y el carbón se carga en el piso de horno 160. El carbón en el piso de horno 160 se conoce como el lecho de carbón. El calor proveniente del horno (debido al ciclo de coquización anterior) inicia el ciclo de carbonización. Aproximadamente la mitad

de la transferencia total de calor al lecho de carbón se irradia hacia abajo sobre la superficie superior del lecho de carbón de la llama luminosa del lecho de carbón y la copa radiante del horno 180. La mitad restante del calor se transfiere al lecho de carbón por conducción desde el piso de horno 160, que se calienta por convección a partir de la volatilización de gases en el canal de solera 116. De esta manera, un proceso de carbonización de “ola” de flujo plástico de las partículas de carbón y la formación de coque cohesivo de alta resistencia proviene tanto de los límites superiores como de los inferiores del lecho de carbón.

[0036] Normalmente, cada horno 105 se opera a una presión negativa para que el aire se introduzca al horno durante el proceso de reducción debido a la diferencial de presión entre el horno 105 y la atmósfera. A la cámara de horno 185 se añade aire primario para la combustión, con el fin de oxidar parcialmente los compuestos volátiles de carbón, pero la cantidad de este aire primario se controla de manera que solo una parte de los compuestos volátiles liberados del carbón se quemen en la cámara de horno 185, liberando de este modo solamente una fracción de su entalpía de combustión dentro de la cámara de horno 185. El aire primario se introduce en la cámara de horno 185 por encima del lecho de carbón. Los gases que se queman parcialmente pasan desde la cámara de horno 185 a través de canales descendentes 112 al canal de solera 116 donde se añade aire secundario a los gases que se queman parcialmente. A medida que se introduce el aire secundario, los gases que se queman parcialmente se queman totalmente en el canal de solera 116, extrayendo de este modo la entalpía restante de combustión, que se transporta a través del piso de horno 160 para añadir calor a la cámara de horno 185. Los gases de escape que se queman total o casi totalmente salen del canal de solera 116 a través de los canales de captación 114. Al final del ciclo de coquización, el carbón se ha coquizado y carbonizado para producir coque. El coque puede retirarse del horno 105 a través de la puerta trasera que utiliza un sistema de extracción mecánica. Finalmente, el coque se enfría (por ejemplo, se enfría en húmedo o en seco) y dimensiona antes de entregarse a un usuario.

[0037] Como se discutirá con más detalle a continuación con referencia a las Figuras 2A-4B, en diversas realizaciones, la copa 180, el piso 160, y/o las paredes laterales 175 comprenden una estructura de monolito o una forma prefabricada. La copa de monolito 160 está configurada para abarcar toda o una parte de la distancia entre las paredes laterales 175 y/o incluyendo las paredes laterales de monolito. En otras realizaciones, la

copa de monolito puede incluir algunas o todas las paredes laterales de monolito 175 en uno o ambos lados de la copa de monolito 160. En otras realizaciones más, el piso de monolito 160 puede incluir algunas o todas las paredes laterales de monolito 175 en uno o ambos lados de la copa de monolito. Por ejemplo, la copa de monolito 180 puede comprender un solo segmento que se extiende entre las paredes laterales 175 o puede comprender dos, tres, cuatro o más segmentos que se encuentran entre las paredes laterales 175 y en combinación se extienden entre las paredes laterales 175, o pueden comprender una copa de monolito con paredes laterales de monolito integrales 175. De manera similar, por ejemplo, el piso de monolito 160 puede comprender un solo segmento que se extiende entre las paredes laterales 175 o puede comprender dos, tres, cuatro o más segmentos que se encuentran entre las paredes laterales 175 y en combinación se extienden entre las paredes laterales 175, o pueden comprender un piso de monolito con paredes laterales de monolito integrales 175. En otras realizaciones más, la copa de monolito 160, las paredes laterales de monolito 175 y el piso de monolito 160 pueden formar una estructura de monolito y pueden ser fundidos en su lugar o previamente fundidos y luego colocados en su lugar. La estructura de monolito permite que la copa 180 se expanda tras el calentamiento del horno y se retraiga al enfriarse sin permitir que los ladrillos individuales se contraigan y se caigan a la cámara de horno 185, provocando que la copa 180 colapse. La copa de monolito 180 en consecuencia puede permitir que el horno 105 se apague o baje su temperatura por debajo de las temperaturas tradicionalmente factibles para un material de copa específico. Como se ha discutido anteriormente, algunos materiales, tal como el sílice, se vuelven generalmente térmicamente estables en volumen por encima de ciertas temperaturas (es decir, alrededor de 1200 °C para sílice). En caso del uso de una copa de monolito 180, un horno de ladrillos de sílice puede bajar su temperatura por debajo de 649 °C. Otros materiales, tales como alúmina, no tienen límite superior térmicamente estable en volumen (es decir, permanecen inestables en volumen o expandibles) y la copa de monolito 180 permite el uso de estos materiales sin que colapsen por la contracción debida a enfriamiento. En otras realizaciones, pueden utilizarse otros materiales o combinaciones de materiales para la copa de monolito, con diferentes materiales que tienen diferentes temperaturas térmicamente estables en volumen asociadas. Además, la copa de monolito 180 puede instalarse rápidamente, dado que el arco puede levantarse y ubicarse como una sola estructura. Además, mediante el uso de segmentos de monolito en lugar de numerosos ladrillos individuales, la copa de monolito 180 puede construirse en formas diferentes a la

del arco tradicional, tal como una forma plana o de bordes rectos. Algunos de estos diseños se muestran en las Figuras 3 y 4A. En diversas realizaciones, la copa de monolito 180 se pueden prefabricar, preformar o formarse en el lugar. La copa de monolito 180 puede tener diferentes anchuras (es decir, de pared lateral a pared lateral) en diferentes realizaciones o puede incluir la pared lateral en realizaciones alternativas. En algunas realizaciones, la anchura de la copa de monolito 180 es de aproximadamente 3 pies o más, mientras que en realizaciones particulares, el ancho es de 12-15 pies. En otras realizaciones, la forma prefabricada que se utiliza en el horno de coque de acuerdo con esta divulgación es de diversas formas geométricas complejas, incluyendo todas las formas tridimensionales, con la exclusión expresa de una forma de ladrillo simple.

[0038] En algunas realizaciones, la copa de monolito 180 está al menos parcialmente hecha de un material térmicamente estable en volumen de manera que tras el calentamiento o el enfriamiento de la cámara de horno 185, la copa de monolito 180 no se ajusta en su posición. Al igual que con un el diseño de horno de monolito general, una copa de monolito 180 hecha de un material térmicamente estable en volumen permite que el horno 105 se apague o baje su temperatura sin que los ladrillos individuales en la copa de monolito 180 se contraigan y colapsen en la cámara de horno 185. Mientras que el término “material térmicamente estable en volumen” se usa en el presente documento, este término puede referirse a materiales que tienen cero-expansión, cero-contracción, están cercanos a cero-expansión y/o están cercanos a cero-contracción o tienen una combinación de estas características, tras el calentamiento y/o enfriamiento. En algunas realizaciones, los materiales térmicamente estables en volumen pueden ser pre-moldeados o pre-fabricados en formas diseñadas, incluyendo formas individuales o segmentos de monolito. Además, en algunas realizaciones, los materiales térmicamente estables en volumen pueden calentarse y enfriarse repetidamente sin afectar las características de expansión del material, mientras que en otras realizaciones el material puede calentarse y/o enfriarse solo una vez antes de someterse a un cambio de fase o de material que afecta a las características de expansión posteriores. En una realización particular, el material térmicamente estable en volumen es un material fundido de sílice, zirconia, material refractario o un material cerámico. En otras realizaciones, otras partes del horno 105 pueden formarse adicional o alternativamente a partir de materiales térmicamente estables en volumen. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el dintel de la puerta 165 comprende un material de este tipo. Al utilizar materiales térmicamente

estables en volumen, pueden utilizarse ladrillos de tamaño tradicional o una estructura de monolito como la copa 180.

[0039] En algunas realizaciones, los diseños térmicamente estables en volumen o de monolito pueden utilizarse en otros puntos en la planta 100, tal como sobre el canal de solera 116, como parte del piso de horno 160 o paredes laterales 175, u otras partes del horno 105. En cualquiera de estos lugares, las realizaciones térmicamente estables en volumen o de monolito pueden utilizarse como una estructura individual o como una combinación de secciones. Por ejemplo, una copa 180 o piso de horno 160 pueden comprender un componente de monolito, múltiples segmentos de monolito y/o múltiples segmentos hechos de material térmicamente estable en volumen. En otra realización, tal como se muestra en la Figura 1A, un segmento de monolito sobre el canal de solera 116 comprende una pluralidad de arcos de lado a lado, cada arco cubriendo un tramo 117 del canal de solera 116. Dado que los arcos comprenden una sola estructura, pueden expandirse y contraerse como una sola unidad. En otras realizaciones (tal como se discute en más detalle a continuación), la copa del canal de solera puede comprender otras formas, tales como una parte superior plana y dicha otra forma puede ser un único segmento de monolito o una pluralidad de segmentos de monolito. En otras realizaciones más, la copa del canal de solera de monolito comprende segmentos individuales de monolito (por ejemplo, arcos individuales o partes planas), cada uno de los cuales se extiende solo a un tramo 117 del canal de solera 116.

[0040] La Figura 1B es una vista superior de un canal de solera de monolito 126 de un horno de coque con recuperación de calor horizontal configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología. El canal de solera de monolito 126 tiene diversas características que son generalmente similares al canal de solera de monolito 116 que se describe anteriormente con referencia a la Figura 1A. Por ejemplo, el canal de solera de monolito incluye un patrón serpenteante o de laberinto de tramos 127 configurados para la comunicación con un horno de coque (por ejemplo, el horno de coque 105 de la Figura 1A) a través de los canales descendentes 112 y los canales de captación 114. Los gases volátiles emitidos desde el carbón que se ubica dentro de una cámara del horno de coque son atraídos hacia abajo a los canales descendentes 112 y dentro del canal de solera 126. Los gases volátiles emitidos por el carbón pueden quemarse en el canal de solera 126, generando de este modo calor para soportar la reducción de carbón a coque. Los canales descendentes 112 están conectados de manera fluida a chimeneas o canales de captación

114, que arrastran completa o casi completamente los gases quemados del canal de solera 126.

[0041] En la Figura 1B, al menos algunos segmentos de los tramos 127 son generalmente perpendiculares al eje longitudinal del horno 105 (es decir, perpendicular a las paredes laterales 175 que se muestran en la Figura 1A). Alternativamente, el camino del canal de solera puede ser serpentino o puede incluir deflectores de flujo direccional. En otras realizaciones más, el canal de solera 126 puede ser un único segmento de monolito o múltiples segmentos de monolito adyacentes y/o entrelazados entre sí. Al igual que con el canal de solera de monolito 116 que se muestra en la Figura 1A, el canal de solera de monolito 126 de la Figura 1B puede incluir una parte de la copa de monolito que se extiende por tramos individuales 127 o por una pluralidad de tramos 127. La copa del canal de solera de monolito puede comprender un segmento de monolito plano, un solo arco de monolito, una pluralidad de arcos de monolito adyacentes, una combinación de estas formas de monolito u otras formas de monolito. Además, la copa del canal de solera de monolito puede extenderse y/o seguir los giros o curvas del camino serpenteante del canal de solera de los tramos 127.

[0042] La Figura 1C es una vista frontal de una copa de monolito 181 para uso con el canal de solera de monolito 126 mostrado en la Figura 1B y configurada de acuerdo con las realizaciones de la tecnología. En la realización ilustrada, la copa de monolito 181 comprende una pluralidad de partes arqueadas adyacentes 181a, 181b que tienen una parte superior plana 183. Cada parte 181, 181b puede utilizarse como una copa de monolito para un tramo individual en el canal de solera 126. Además, la parte superior plana de monolito 183 puede comprender un piso o sub-piso de monolito para la cámara de horno 185 que se describe anteriormente con referencia a la Figura 1A. En algunas realizaciones, se puede ubicar una capa de ladrillos sobre la parte superior plana de monolito 183.

[0043] En diversas realizaciones, la copa de monolito 181 puede comprender un solo segmento de monolito o una pluralidad de segmentos individuales (por ejemplo, las partes en forma de arco individuales 181a, 181b) que están separados por una junta opcional 186 que se muestra en línea discontinua. Por consiguiente, una sola copa de monolito 181 puede cubrir un tramo o una pluralidad de tramos adyacentes en el canal de solera de monolito 126. Como se mencionó anteriormente, en otras realizaciones, la copa de monolito 181 puede tener formas diferentes a las de una parte inferior arqueada con

una parte superior plana. Por ejemplo, la copa 181 puede ser completamente plana, completamente arqueada o curva o tener otras combinaciones de estas características. Aunque la copa de solera de monolito 181 fue descrita para ser utilizada con el canal de solera de monolito 126 de la Figura 1B, también podría utilizarse de manera similar con el canal de solera 116 o la cámara de coquización 185 que se muestra en la Figura 1A.

[0044] La Figura 2A es una vista isométrica de un horno de coque 205 que tiene una copa de monolito 280, paredes de monolito 275 y piso de monolito 260, configurados de acuerdo con realizaciones de la tecnología. El horno 205 es generalmente similar al horno 105 que se describe anteriormente con referencia a la Figura 1. Por ejemplo, el horno 205 incluye el piso de horno de monolito 260 y paredes laterales de monolito opuestas 275. La copa de monolito 280 comprende una estructura de monolito, en donde la copa de monolito 280 se extiende entre las paredes laterales de monolito 275 y/o la copa de monolito 280 y las paredes laterales 275 son una estructura de monolito. En la realización ilustrada, la copa de monolito 280 comprende una pluralidad de segmentos de copa de monolito 282 generalmente adyacentes entre sí y alineados a lo largo de la longitud del horno 205 entre la parte delantera y trasera del horno 205. Aunque se ilustran tres segmentos 282, en realizaciones adicionales, pueden haber más o menos segmentos 282. En aún realizaciones adicionales, la copa 280 comprende una sola estructura de monolito que se extiende desde la parte frontal del horno 205 a la parte posterior. En algunas realizaciones, se utilizan múltiples segmentos 282 para facilitar la construcción. Los segmentos individuales pueden encontrarse en juntas 284. En algunas realizaciones, las juntas 284 se llenan con material refractario, tal como manta refractaria, mortero u otro material adecuado, para evitar el ingreso de aire y el escape no intencional. En otras realizaciones más, tal como se discutirá con referencia a la Figura 4 a continuación, la copa de monolito 280 puede comprender múltiples segmentos laterales entre las paredes laterales 275 que se encuentran o se unen sobre el piso de horno 260 para formar una estructura de monolito.

[0045] Las paredes laterales de monolito 275 comprenden una estructura de monolito, en donde las paredes laterales de monolito 275 se extienden entre el piso de monolito 260 y la copa de monolito 280 como una estructura de monolito. En la realización ilustrada, las paredes laterales de monolito 275 comprenden una pluralidad de segmentos de pared de monolito 277 generalmente adyacentes entre sí y alineados a lo largo de la longitud del horno 205 entre la parte delantera y trasera del horno 205. Aunque se

ilustran tres segmentos 277, en realizaciones adicionales, pueden haber más o menos segmentos 277. En otras realizaciones más, las paredes 275 comprenden una sola estructura de monolito que se extiende desde la parte frontal del horno 205 a la parte posterior. En algunas realizaciones, se utilizan múltiples segmentos 277 para facilitar la construcción. Los segmentos individuales pueden encontrarse en uniones 279. En algunas realizaciones, las uniones 279 se llenan con material refractario, tal como manta refractaria, mortero u otro material adecuado, para evitar el ingreso de aire y el escape no intencional. En otras realizaciones más, tal como se discutirá con referencia a la Figura 4 a continuación, las paredes de monolito 275 pueden comprender múltiples segmentos laterales entre la copa de monolito 280 y el piso de horno 260 para formar una estructura de monolito.

[0046] El piso de monolito 260 comprende una estructura de monolito, en donde el piso de monolito 260 se extiende entre las paredes laterales de monolito 275 y/o el piso de monolito 260 y las paredes laterales 275 son una estructura de monolito. En la realización ilustrada, el piso de monolito 260 comprende una pluralidad de segmentos de piso de monolito 262 generalmente adyacentes entre sí y alineados a lo largo de la longitud del horno 205 entre la parte delantera y trasera del horno 205. Aunque se ilustran tres segmentos 262, en realizaciones adicionales, pueden haber más o menos segmentos 262. En otras realizaciones más, el piso de monolito 260 comprende una sola estructura de monolito que se extiende desde la parte frontal del horno 205 a la parte posterior. En algunas realizaciones, se utilizan múltiples segmentos 262 para facilitar la construcción. Los segmentos individuales pueden encontrarse en uniones 264. En algunas realizaciones, las uniones 264 se llenan con material refractario, tal como manta refractaria, mortero u otro material adecuado, para evitar el ingreso de aire y el escape no intencional. En otras realizaciones más, tal como se discutirá con referencia a la Figura 4 a continuación, el piso de monolito 260 puede comprender múltiples segmentos laterales entre las paredes laterales 275 que se encuentran o se unen bajo la copa de monolito 280 para formar una estructura de monolito.

[0047] La Figura 2B es una vista frontal de la copa de monolito 280 de la Figura 2A moviéndose entre una configuración contraída 280a y una configuración expandida 280b de acuerdo con realizaciones de la tecnología. Tal como se discutió anteriormente, los materiales de copa tradicionales se expanden con el calentamiento del horno y se contraen al enfriarse. Esta retracción puede crear un espacio entre los ladrillos

individuales del horno y hacer que los ladrillos en la copa colapsen en la cámara de horno. Sin embargo, al usar segmentos de monolito, como por ejemplo una copa de monolito, la copa de monolito 280 se expande y contrae como una única estructura y no colapsa tras el enfriamiento. De manera similar, el piso de monolito 260, las paredes de monolito 275 o los segmentos de monolito combinados se expandirán y se contraerán como una sola estructura.

[0048] El diseño del horno 205 proporciona un soporte estructural para dicha expansión y contracción entre las formas o estructuras de monolito tras el calentamiento y el enfriamiento. Más específicamente, las paredes laterales de monolito 275 que sostienen la copa 280 pueden tener una anchura W que es suficientemente mayor que la anchura de la copa de monolito 280 para sostener la copa de monolito 280 en su totalidad, a media que la copa de monolito 280 se mueve lateralmente entre las configuraciones contraídas 280a y las configuraciones expandidas 280b. Por ejemplo, la anchura W puede ser al menos la anchura de la copa de monolito 280 más la distancia D de la expansión. Por lo tanto, cuando la copa de monolito 280 se expande o se traduce lateralmente hacia fuera tras el calentamiento y se contrae y se traduce lateralmente hacia adentro de nuevo tras el enfriamiento, las paredes laterales de monolito 275 mantienen el soporte de la copa de monolito 280. La copa de monolito 280 también se puede expandir o traducirse longitudinalmente hacia afuera tras el calentamiento, y contraerse y traducirse longitudinalmente hacia adentro tras el enfriamiento. Las paredes frontales y posteriores (o marcos de puertas) del horno 205 pueden en consecuencia dimensionarse para acomodar este desplazamiento.

[0049] En otras realizaciones más, la copa de monolito 280 puede reposar sobre una base de la copa en lugar de reposar directamente en las paredes laterales de monolito 275. Tal base puede acoplarse a o ser una estructura independiente de las paredes laterales 275. En otras realizaciones más, todo el horno puede estar hecho de material de expansión y de contracción y puede expandirse y contraerse con la copa 280, y puede no necesitar paredes laterales que tienen una anchura tan grande como la anchura W que se muestra en la Figura 2B, porque la copa de monolito 280 permanece generalmente alineada con las paredes laterales de expansión de monolito 275 tras el calentamiento y el enfriamiento. De manera similar, si tanto la copa de monolito 280 como las paredes laterales de monolito 275 están hechas de un material térmicamente estable en volumen, entonces las paredes laterales de monolito 275 pueden mantenerse generalmente

alineadas con la copa de monolito 280 tras el calentamiento y el enfriamiento, y las paredes laterales de monolito 275 no tienen que ser sustancialmente más anchas (o incluso tan anchas como) que la copa 280. En algunas realizaciones, las paredes laterales 275 (monolito o ladrillo), los marcos de la puerta frontal o posterior y/o la copa 280 pueden permanecer en su sitio por medio de un sistema de compresión o tensión, tal como un sistema con resorte. En una realización particular, el sistema de compresión puede incluir uno o más postes de conexión en una parte exterior de las paredes laterales 275 y que se encuentran configurados para evitar que las paredes laterales 275 se muevan hacia fuera. En realizaciones adicionales, no se encuentra un sistema de compresión de este tipo.

[0050] La Figura 2C es una vista frontal de las paredes laterales del horno 177 para soportar una copa de monolito 281 configurada de acuerdo con otras realizaciones de la tecnología. Las paredes laterales de monolito 177 y la copa de monolito 281 son generalmente similares a las paredes laterales de monolito 175 y la copa de monolito 280 que se muestran en la Figura 2B. En la realización que se muestra en la Figura 2C, sin embargo, las paredes laterales de monolito 177 y la copa de monolito 281 tienen una interfaz angulada o inclinada 287. Por tanto, cuando la copa de monolito 281 se expande la distancia D tras el calentamiento (es decir, se traduce desde la posición 281 a la posición 281b), la copa de monolito 281 se traduce a lo largo de la interfaz inclinada de la parte superior de la pared lateral de monolito 177, siguiendo el patrón de la interfaz 287. De manera similar, cuando la pared lateral de monolito 177 se expande tras el calentamiento en la altura H, la copa de monolito 281 se traduce a lo largo de la superficie inclinada de la parte superior de la pared lateral de monolito 177 siguiendo el patrón de la interfaz 287 y acomodándose a la expansión térmica diferencial.

[0051] En otras realizaciones, la copa de monolito 281 y las paredes laterales de monolito 177 pueden interconectarse en otros patrones, como una oquedad, ranuras, partes solapadas y/o funciones de acoplamiento. Por ejemplo, la Figura 2D es una vista frontal de las paredes laterales de monolito del horno 179 para soportar una copa de monolito 283 configurada de acuerdo con otras realizaciones de la tecnología. Las paredes laterales de monolito 179 y la copa de monolito 283 son generalmente similares a las paredes laterales de monolito 175 y la copa de monolito 280 que se muestran en la Figura 2B. En la realización que se muestra en la Figura 2D, sin embargo, las paredes laterales de monolito 179 y la copa de monolito 283 tienen una interfaz escalonada o en zigzag 289.

Por tanto, cuando la copa de monolito 283 se expande la distancia D tras el calentamiento (es decir, se traduce desde la posición 283a la posición 283b), la copa de monolito 283 se traduce a lo largo de la superficie escalonada de la parte superior de la pared lateral del monolito 179, siguiendo el patrón de la interfaz 289.

[0052] De manera similar, en otras realizaciones, el piso de monolito y las paredes laterales de monolito pueden interconectarse en patrones similares, como una oquedad, ranuras, partes solapadas y/o funciones de acoplamiento. Por ejemplo, las paredes laterales de monolito pueden estar soportadas por el piso de monolito configurado de acuerdo con otras realizaciones de la tecnología. Las paredes laterales de monolito y el piso de monolito generalmente son similares a las paredes laterales de monolito 175 y el piso de monolito 260 que se muestran en la Figura 2B. Sin embargo, las paredes laterales de monolito y el piso de monolito pueden tener una interfaz escalonada o en zigzag similar a la interfaz de las paredes laterales de monolito y el piso de monolito que se muestran en la realización que se muestra en la Figura 2D. En otras realizaciones más, los componentes de monolito pueden incluir una variedad de interfaces de ranuras/trabas, lengüetas y ranuras, angulares o similares. Otros patrones de interfaz incluyen rebajes, ranuras, porciones solapadas y/o funciones de acoplamiento.

[0053] La Figura 3 es una vista isométrica de un horno de coque 305 que tiene una copa de monolito 380 configurada de acuerdo con realizaciones adicionales de la tecnología. Dado que la copa de monolito 380 se encuentra preformada, puede tomar formas distintas a la del arco tradicional. En la realización ilustrada, por ejemplo, la copa de monolito 380 comprende una superficie generalmente plana. Este diseño puede proporcionar costos mínimos de material. En otras realizaciones, pueden emplearse otras formas de copa de monolito para mejorar la distribución de gas en el horno 305, con el fin de minimizar los costos en material o para otros factores de eficiencia. Adicionalmente, tal como se muestra en la Figura 3, la copa de monolito 380, los pisos de monolito 360, y las paredes de monolito 375 se pueden combinar para formar una estructura de monolito o un horno de coque de monolito.

[0054] La Figura 4A es una vista isométrica de un horno de coque 405 que tiene una copa de monolito 480 configurada de acuerdo con otras realizaciones de la tecnología. La copa 405 comprende una pluralidad (por ejemplo, dos) de partes de monolito 482 que se unen en una unión 486 sobre el piso de horno 160. La unión 486 puede estar sellada y/o aislada con cualquier material refractario adecuado, de ser necesario. En diversas

realizaciones, la unión o uniones 486 pueden estar centradas en la copa 480 o descentradas. Las partes de monolito 482 pueden ser del mismo tamaño o de una variedad de tamaños. Las partes de monolito 482 pueden estar generalmente horizontales o en ángulo (como se muestra) en relación con el piso de horno 160. El ángulo puede seleccionarse para optimizar la distribución de aire en la cámara de horno. Pueden haber más o menos partes de monolito 482 en realizaciones adicionales. Adicionalmente, la copa de monolito, los pisos de monolito, y las paredes de monolito se pueden combinar para formar una estructura de monolito o un horno de coque de monolito.

[0055] La Figura 4B es una vista frontal de la copa de monolito 480 de la Figura 4A configurada de acuerdo con realizaciones adicionales de la tecnología. Tal como se muestra en la Figura 4B, las partes de monolito 482 pueden incluir una función de interconexión en la unión 486 para asegurar mejor las partes de monolito 482 entre sí. Por ejemplo, en la realización ilustrada, la unión 486 comprende un pasador 492 en una parte de monolito 482 configurado para deslizarse en e interactuar con una ranura 490 en la parte de monolito adyacente 482. En realizaciones adicionales, la unión 486 puede comprender otras oquedades, ranuras, funciones de superposición, funciones de acople u otros tipos de interfaz. En otras realizaciones adicionales, el mortero se utiliza para sellar o rellenar la unión 486. En otras realizaciones más, la copa de monolito, los pisos de monolito, y las paredes de monolito se pueden combinar para formar una estructura de monolito o un horno de coque de monolito.

[0056] Mientras que la función de interconexión ilustrada se encuentra a lo largo de una unión 486 que se encuentra generalmente paralela a las paredes laterales 175, en realizaciones adicionales, la función de interconexión puede utilizarse en una unión que se encuentra generalmente perpendicular a las paredes laterales 175. Por ejemplo, cualquiera de las funciones de interconexión descritas anteriormente podría utilizarse en las juntas 284 entre los segmentos de copa 282 de la Figura 2A. Por lo tanto, las funciones de interconexión pueden utilizarse en cualquier unión en la copa 480, sin importar si las partes de monolito se orientan lado a lado o de adelante hacia atrás sobre el piso del horno. De acuerdo con aspectos de la divulgación, la copa o la sección pre-moldeada puede ser una copa de horno, un arco ascendente, un arco descendente, una pieza J, un único arco del canal de solera o múltiples arcos del canal de solera, un conducto de escape descendente, secciones de esquina curvilíneas y/o partes combinadas de cualquiera de las anteriores secciones. En algunas realizaciones, la copa de monolito se forma al menos en

parte con un material térmicamente estable en volumen. En otras realizaciones, la copa de monolito se forma como un monolito o varios segmentos de monolito que se extienden entre soportes, como por ejemplo paredes laterales del horno. En otras realizaciones más, la copa de monolito se forma para abarcar múltiples hornos. En otras realizaciones más, la copa de monolito incluye paredes laterales de monolito integrales.

[0057] La Figura 5A es una vista parcial de corte transversal de una parte de un canal de solera de monolito 516 de un horno de coque con recuperación de calor horizontal configurado de acuerdo con las realizaciones de la tecnología. Los canales descendentes 112 conectan de forma fluida la cámara de horno 185 con el canal de solera de monolito 516. El canal de solera de monolito 516 incluye una pluralidad de tramos lado a lado 517 debajo del piso de horno. Tal como se discutió con respecto al horno 105, se muestra que los tramos 517 de la Figura 5A son sustancialmente paralelos a un eje longitudinal del horno. Sin embargo, en otras realizaciones, el canal de solera de monolito 516 puede configurarse de tal manera que al menos algunos segmentos de los tramos 517 estén generalmente perpendiculares al eje longitudinal del horno. En otras realizaciones más, el canal de solera de monolito puede configurarse de tal manera que al menos algunos segmentos de los tramos 517 no estén perpendiculares o sean serpentinos.

[0058] Los tramos 517 están separados mediante paredes del canal de solera de monolito 520. Por un lado, se contempla que las paredes del canal de solera de monolito 520 podrían formarse en una construcción de una sola pieza, tal como un solo moldeado o una unidad moldeada en lugar. Sin embargo, en otras realizaciones, una pluralidad de segmentos de pared del canal de solera de monolito 522 se acoplan entre sí para definir las paredes individuales del canal de solera de monolito 520. Con referencia a las Figuras 5B y 5D, los segmentos individuales de pared del canal de solera de monolito 522 pueden proporcionarse con un reborde 524, el cual se extiende hacia fuera de una manera vertical desde un extremo. De manera similar, los segmentos de pared del canal de solera de monolito 522 pueden incluir una muesca 526 que se extiende hacia el interior de una manera vertical en el extremo opuesto. De esta manera, los segmentos opuestos de pared del canal de solera de monolito 522 pueden estar ubicados estrechamente adyacentes entre sí de manera que el reborde 524 de un segmento de pared del canal de solera de monolito 522 está dispuesto dentro de la muesca 526 del segmento adyacente de pared del canal de solera de monolito 522. Además de, o en lugar de, el reborde de acoplamiento 524 y la muesca 526, los segmentos de pared del canal de solera de

monolito 522 pueden estar provistos de una muesca 528 en un extremo y una saliente 530 que se extiende desde el extremo opuesto. La muesca 528 y la saliente 530 están conformados y ubicados de manera que un segmento de pared del canal de solera de monolito 522 puede acoplarse con un segmento adyacente de pared del canal de solera de monolito 522 a través del acoplamiento de la muesca 528 y la saliente 530. Tal como lo apreciará un experto en el arte, en el alcance de esta divulgación se contemplan sistemas geométricos alternativos, alternativos o de bloqueo.

[0059] Los gases volátiles emitidos por el carbón en el horno son dirigidos al canal de solera 516 a través de canales descendentes 512, los cuales están conectados de manera fluida a las chimeneas o canales de captación 514 mediante el canal de solera 516. Los gases volátiles se dirigen a lo largo de una ruta indirecta a lo largo del canal de solera 516. Haciendo referencia a la Figura 5A, los gases volátiles salen de los canales descendentes 512 y se dirigen a lo largo de una ruta de fluido a través de los tramos 517. En particular, la sección de pared de bloqueo 532 se ubica para extenderse transversalmente entre la pared del canal de solera 520 y la pared externa del canal de solera 534, entre los canales descendentes 512 y los canales de captación 514. En al menos una realización, un segmento de pared del canal de solera 523 incluye un reborde 536 que se extiende hacia fuera de manera vertical desde el segmento de pared del canal de solera 523. Un extremo de la sección de pared de bloqueo 532 incluye una muesca 538 que se extiende hacia el interior de una manera vertical. De esta manera, el segmento de pared del canal de solera 523 puede estar ubicado estrechamente adyacente a la sección de pared de bloqueo 532 de manera que el reborde 536 esté dispuesto dentro de la muesca 538 para asegurar la posición de las estructuras opuestas entre sí. De esta manera, se evitan sustancialmente que los gases volátiles corten la ruta de fluido desde los canales descendentes 512 y los canales de captación 514.

[0060] A medida que los gases volátiles se desplazan a lo largo de la ruta de fluido a través del canal de solera 516, éstos son forzados alrededor de partes de extremo de las paredes del canal de solera 520, las cuales pueden quedar cortas de encontrarse con las paredes de extremo del canal de solera 540. La separación entre la parte de extremo de las paredes del canal de solera 520 y las paredes de extremo del canal de solera 540 son, en diversas realizaciones, provistas de secciones de arco 542 para abarcar el espacio. En algunas realizaciones, las secciones de arco 542 pueden tener una forma de U, proporcionar un par de patas opuestas para acoplar el piso del canal de solera 543 y una

parte superior de extremo para acoplar el piso de horno. En otras realizaciones, la sección de arco 542 puede ser una sección arqueada o una sección en voladizo plana integrada con y que se extiende desde la pared del canal de solera 520. En otras realizaciones, tales como las representadas en las Figuras 5A y 5H, las secciones de arco 542 tienen forma de J, con una parte superior de extremo 544 con una superficie inferior arqueada 546 y una superficie superior 548 que está conformada para acoplarse al piso de horno. Una sola pata 550 se extiende hacia abajo desde un extremo de la parte superior de extremo 544 para acoplar el piso del canal de solera 543. Una parte lateral de la pata 550 está ubicada estrechamente adyacente a la parte libre de extremo de la pared del canal de solera 520. Una parte libre de extremo 552 de la parte superior de extremo 544, opuesta a la pata 550, en algunas realizaciones, se acopla a un punto de anclaje 554 en la pared del canal de solera 520 para soportar ese lado de la sección de arco 542. En algunas realizaciones, el punto de anclaje 554 es una oquedad o una muesca formada en la pared del canal de solera 520. En otras realizaciones, el punto de anclaje 554 se proporciona como una parte de reborde de una estructura adyacente, tal como la pared de extremo del canal de solera 540. Cuando los gases volátiles se desplazan alrededor de partes de extremo de las paredes del canal de solera 520, los gases volátiles se encuentran con esquinas, en ciertas realizaciones, en las que las paredes de extremo del canal de solera 540 se unen a paredes externas del canal de solera 534 y paredes del canal de solera 520. Dichas esquinas presentan, por definición, superficies opuestas que se acoplan a los gases volátiles e inducen turbulencias que interrumpen el flujo laminar homogéneo de los gases volátiles. Por consiguiente, algunas realizaciones de la presente tecnología incluyen secciones de esquina del canal de solera 556 en las esquinas para reducir la interrupción del flujo de gas volátil. Con referencia a la Figura 5G, las realizaciones de las secciones de esquina del canal de solera 556 incluyen una cara angular posterior 558 que está conformada para acoplarse a las áreas de esquina del canal de solera 516. En oposición, las caras delanteras 560 de las secciones de esquina del canal de solera 556 están conformadas para ser curvilíneas o cóncavas. En otras realizaciones, la sección de esquina es una cavidad curva. En funcionamiento, la forma curvilínea reduce las zonas de flujo muerto y suaviza las transiciones en el flujo. De esta manera, la turbulencia en el flujo de gas volátil puede reducirse a medida que la ruta de fluido recorre las áreas de esquina del canal de solera 516. Las superficies superiores de las secciones de esquina del canal de solera 556 pueden estar configuradas para acoplarse al piso de horno para soporte adicional.

[0061] En diversos hornos de coquización del arte previo, las paredes externas del canal de solera están compuestas de ladrillo. Por consiguiente, los canales descendentes y los canales de captación que se extienden a través de las paredes externas del canal de solera están formados con paredes planas opuestas que se unen en las esquinas. En consecuencia, la ruta de fluido a través de los canales descendentes y los canales de captación es turbulenta y reduce el flujo óptimo de fluido. Además, las superficies irregulares del ladrillo y la geometría angular de los canales descendentes y de los canales de captación favorecen, con el tiempo, la acumulación de desechos y partículas, lo que restringe aún más el flujo de fluido. Haciendo referencia a las Figuras 5A y 5E, las realizaciones de la presente tecnología forman por lo menos partes de las paredes externas del canal de solera de monolito 534 con bloques de canal de monolito 562. En algunas realizaciones, los bloques de canal 562 incluyen uno o más canales 564, que tienen extremos abiertos que penetran en anchuras de los bloques de canal 562 y paredes laterales cerradas. En otras realizaciones, los bloques de canal de monolito 566 incluyen uno o más canales abiertos 568 que tienen extremos abiertos que penetran en anchuras de los bloques de canal de monolito 566 y paredes laterales que están abiertas a un lado de los bloques de canal de monolito 566 para definir aberturas de canal 570. En varias realizaciones, los bloques de canal de monolito 566 están ubicados en el nivel del piso del canal de solera. Los bloques de canal 562 están ubicados en la parte superior de los bloques de canal de monolito 566 de manera que los extremos de los canales 564 y los extremos de los canales abiertos 568 se ubican en comunicación abierta de fluido entre sí. En esta orientación, las aberturas de canal 570 para un conjunto de bloques de canal de monolito 566 pueden servir como salida para los canales descendentes 512. De manera similar, las aberturas de canal 570 para otro conjunto de bloques de canal 566 pueden servir como entradas para los canales de admisión 514. Más de un bloque de canal 562 puede estar ubicado en la parte superior de cada bloque de canal 566, dependiendo de la altura deseada de la pared externa del canal de solera 534 y del canal de solera 516.

[0062] Haciendo referencia a la Figura 6, los tramos 517 del canal de solera 516 pueden estar cubiertos por un piso de horno 660, el cual puede comprender múltiples segmentos de monolito 662 hechos de material térmicamente estable en volumen. En particular, tal como se muestra en la Figura 6, un monolito sobre el canal de solera 516 está formado de una pluralidad de arcos de lado a lado, cada arco cubriendo un tramo 517 del canal de solera 516. Las partes inferiores de extremo 664 de los segmentos de monolito 662 están ubicadas en superficies superiores de las paredes del canal de solera 520 y las paredes

externas del canal de solera 534. Según otros aspectos adicionales, una capa plana de monolito o una capa de ladrillo segmentada puede cubrir la parte superior de los segmentos de monolito 662. Adicionalmente, como se discutió anteriormente sobre otros aspectos de la presente tecnología, todo el horno puede estar hecho de material de estructuras o componentes de monolito que se expanden o contraen, de tal manera que algunos o todos los componentes estructurales del horno se puedan expandir o contraer el uno con el otro. Por consiguiente, si los segmentos de monolito 662, las paredes del canal de solera 520 y las paredes externas del canal de solera 534 están hechos de un material térmicamente estable en volumen, entonces los segmentos de monolito 662, las paredes del canal de solera 520 y las paredes externas del canal de solera 534 pueden permanecer generalmente alineados entre sí tras el calentamiento y el enfriamiento. En ciertas aplicaciones, sin embargo, se contempla que uno o más de los segmentos de monolito 662, las paredes del canal de solera 520 y las paredes externas del canal de solera 534 podrían estar hechos de materiales distintos del material térmicamente estable en volumen. Tales casos pueden surgir durante una reparación o adaptación de un horno de coquización existente con componentes estructurales prefabricados. En otras realizaciones, el uno o más segmentos de monolito, las paredes del canal de solera, y las paredes del canal de solera externas pueden hacerse de alúmina u otros materiales térmicamente expansibles. De manera similar, se contempla que algunos o todos los otros componentes descritos en el presente documento, tales como la cubierta descendente 118, las secciones de pared de bloqueo 532, las paredes de extremo del canal de solera 540, las secciones de arco 542, las secciones de esquina del canal de solera 556, los bloques de canal 522 y los bloques de canal 523 podrían formarse a partir de un material térmicamente estable en volumen y/o podrían revestirse con un material térmicamente estable en volumen.

[0063] De acuerdo con aspectos de la divulgación, el horno puede estar construido de formas de monolito de acoplamiento o de interconexión prefabricadas que forman un horno prefabricado. Por ejemplo, la copa de monolito con paredes laterales integrales puede asentarse sobre un piso prefabricado con paredes de monolito del canal de solera, por lo que todo el horno puede estar construido de una pluralidad de formas prefabricadas, tal como se muestra en la Figura 1A. En realizaciones alternativas, todo el horno puede estar construido de una pieza prefabricada. En otras realizaciones, el horno puede estar construido de una o más formas prefabricadas que se interconectan con ladrillos individuales para formar una construcción híbrida de horno. Aspectos de la

construcción del horno híbrido pueden ser particularmente eficientes en las reparaciones del horno, tal como se muestra además en las figuras.

[0064] La Figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra un método 700 para bajar la temperatura de un horno de coque con recuperación de calor horizontal. El método puede incluir el uso de un componente de monolito prefabricado para reemplazar estructuras de ladrillo o puede incluir un horno de coque horizontal construido de secciones monolíticas prefabricadas. En el bloque 710, el método 700 incluye la formación de una estructura de horno de coque que tiene una copa de horno sobre una cámara de horno. La copa o la sección pre-moldeada puede ser una copa de horno, un arco ascendente, un arco descendente, una pieza J, un solo arco de canal de solera o múltiples arcos de canal de solera, un conducto de escape descendente, secciones de esquina curvilíneas y/o partes combinadas de cualquiera de las anteriores secciones. En algunas realizaciones, la copa de monolito se forma al menos en parte con un material térmicamente estable en volumen. En realizaciones adicionales, la copa se forma como un monolito (o varios segmentos de monolito) que se extiende entre soportes, por ejemplo paredes laterales del horno. En otras realizaciones, el método 700 incluye formar una estructura de horno de coque que tiene una pluralidad de secciones monolíticas.

[0065] En el bloque 720, el método 700 incluye calentar la cámara del horno de coque. En algunas realizaciones, la cámara del horno se calienta por encima de la temperatura térmicamente estable en volumen de un material específico (por ejemplo, por encima de 1200 °F en el caso de un horno de sílice). El método 700 incluye entonces bajar la temperatura del horno de coque por debajo de una temperatura térmicamente estable en volumen en el bloque 730. Para materiales que tienen una temperatura térmicamente estable en volumen, como sílice, esto comprende bajar la temperatura del horno por debajo de esta temperatura (por ejemplo, por debajo de 1200 °F en el caso de un horno de sílice). Para los materiales térmicamente estables en volumen, como sílice fundido o materiales que no tienen una temperatura térmicamente estable en volumen, como alúmina, la etapa de bajar la temperatura del horno de coque por debajo de una temperatura térmicamente estable en volumen comprende bajar la temperatura del horno a cualquier temperatura menor. En realizaciones particulares, bajar la temperatura del horno de coque comprende apagar completamente el horno de coque. En otras realizaciones, bajar la temperatura del horno de coque comprende bajar la temperatura del horno de coque a una temperatura de aproximadamente 1200 °F o menos. En algunas

realizaciones, el horno de coque se reduce hasta el 50% o menos de la capacidad operativa máxima. En el bloque 740, el método 700 incluye además mantener la estructura del horno de coque, incluyendo la integridad de la copa del horno. De este modo, la temperatura del horno se reduce sin que colapse, tal como se experimenta en los hornos tradicionales. En algunas realizaciones, la temperatura del horno se reduce sin causar una contracción significativa de la copa. El método descrito anteriormente puede aplicarse a una cámara de coquización, a un canal de solera, a un tubo descendente, a un tubo ascendente, paredes, pisos o a otras partes del horno.

Ejemplos

[0066] Los siguientes ejemplos ilustran diversas realizaciones de la presente tecnología.

1. Una cámara del horno de coque, que comprende:

Una sección de canal de solera de monolito que tiene un camino serpentino en la misma;
una pared delantera que se extiende verticalmente hacia arriba desde la sección del canal de solera del monolito y una pared posterior opuesta a la pared delantera;
una primera pared lateral que se extiende verticalmente hacia arriba desde el piso entre la pared frontal y la pared posterior y una segunda pared lateral opuesta a la primera pared lateral; y
una copa de monolito ubicada por encima de la sección del canal de solera de monolito y que se extiende desde la primera pared lateral a la segunda pared lateral.

2. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la copa de monolito comprende una pluralidad de porciones de monolito que se extienden desde la primera pared lateral a la segunda pared lateral, en donde la pluralidad de las porciones de monolito generalmente se encuentran adyacentes la una a la otra entre la pared frontal y la pared posterior.

3. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde:
al menos una de entre la copa de monolito o las paredes laterales están configuradas para traducir, contraerse o expandirse mediante una cantidad de ajuste tras el calentamiento o enfriamiento de la cámara del horno de coque;

la copa de monolito comprende una primera porción extrema que reposa sobre la primera pared lateral y una segunda porción extrema opuesta a la primera porción extrema y que reposa sobre la segunda pared lateral; y

la primera pared lateral y la segunda pared lateral tienen un área de interfaz mayor que la cantidad de ajuste.

4. La cámara del horno de coque de la reivindicación 3, en donde la copa de monolito comprende una pluralidad de arcos adyacentes.

5. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la copa de monolito comprende una forma sin arco.

6. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la copa de monolito comprende una forma generalmente plana.

7. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la copa de monolito comprende un material térmicamente estable en volumen.

8. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la copa de monolito comprende al menos una de entre sílice fundida, zirconio o material refractario.

9. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la cámara comprende una cámara del horno de coque con recuperación de calor horizontal.

10. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la copa de monolito se encuentra con al menos una entre la primera pared lateral o la segunda pared lateral con una junta superpuesta o de acoplamiento.

11. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la primera y la segunda pared lateral son secciones de monolito.

12. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde la sección del canal de solera, la primera y la segunda pared lateral y la sección de copa son componentes de monolito.

13. La cámara del horno de coque de la reivindicación 1, en donde el horno básicamente no incluye ladrillos.

14. Una cámara del horno de coque, que comprende:
un piso de la cámara;

una pluralidad de paredes laterales, generalmente ortogonales al piso de la cámara; y

un componente de monolito ubicado sobre el piso de la cámara y que abarca al menos parcialmente una zona entre por lo menos dos paredes laterales, en donde el componente de monolito comprende un material térmicamente estable en volumen.

15. La cámara del horno de coque de la reivindicación 14, en donde el material térmicamente estable en volumen comprende sílice fundido o zirconia.

16. La cámara del horno de coque de la reivindicación 14, en donde el componente de monolito comprende una superficie paralela, arqueada o inclinada con respecto al suelo.

17. La cámara del horno de coque de la reivindicación 14, en donde la cámara comprende una cámara de coquización o un canal de solera.

18. La cámara del horno de coque de la reivindicación 17, en donde la cámara comprende una pluralidad de componentes de monolito.

19. Un método para bajar la temperatura de un horno de coque con recuperación de calor horizontal, método que comprende:

formar una estructura de horno de coque que tiene un piso, una primera pared lateral y una segunda pared lateral opuesta a la primera pared lateral, y una copa de horno sobre el piso en un espacio al menos parcialmente entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral, en donde al menos uno entre el piso, la primera pared lateral, la segunda pared lateral, o la copa del horno son componentes monolíticos;

calentar el horno de coque;

bajar la temperatura del horno de coque por debajo de una temperatura térmicamente estable en volumen; y

mantener la estructura del horno de coque.

20. El método de la reivindicación 19, en donde formar la estructura del horno de coque comprende formar un horno al menos parcialmente de un material térmicamente estable en volumen.

21. El método de la reivindicación 19, en donde formar la estructura del horno de coque comprende formar un monolito que abarca al menos una porción de una distancia entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral.

22. El método de la reivindicación 19, en donde formar la estructura del horno de coque comprende formar una estructura de horno de coque al menos parcialmente de ladrillos de sílice, y en donde bajar la temperatura del horno de coque por debajo de una temperatura térmicamente estable en volumen comprende bajar la temperatura del horno de coque por debajo de una temperatura de 649 °C.

23. El método de la reivindicación 19, en donde bajar la temperatura del horno de coque comprende bajar la operación del horno al 50 % de la capacidad operativa o menos.

24. El método de la reivindicación 19, en donde bajar la temperatura del horno de coque comprende apagar el horno.

25. Una cámara del horno de coque, que comprende:

- un piso de horno;
- una parte del extremo delantero y una parte del extremo trasero opuesto a la parte del extremo delantero;
- una primera pared lateral que se extiende verticalmente hacia arriba desde el piso entre la pared frontal y la pared posterior y una segunda pared lateral frente a la primera pared lateral;
- una copa ubicada por encima del piso y que se extiende desde la primera pared lateral a la segunda pared lateral; y
- un canal de solera que comprende un material térmicamente estable en volumen y que tiene una pluralidad de tramos adyacentes entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral.

26. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde el material térmicamente estable en volumen comprende sílice fundido o zirconia.

27. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde el canal de solera incluye al menos una pared del canal de solera compuesta de una pluralidad de segmentos de la pared del canal de solera.

28. La cámara del horno de coque de la reivindicación 27, en donde los segmentos de la pared del canal de solera se componen de un material térmicamente estable en volumen.

29. La cámara del horno de coque de la reivindicación 27, en donde los segmentos de la pared del canal de solera están acoplados entre sí mediante funciones de muesca y de reborde cooperantes asociados con las partes de extremo de los segmentos de la pared del canal de solera.

30. La cámara del horno de coque de la reivindicación 27, en donde los segmentos de la pared del canal de solera están acoplados entre sí mediante funciones de muesca y de saliente cooperantes asociados con las partes de extremo de los segmentos de la pared del canal de solera.

31. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde el canal de solera incluye al menos una sección de pared de bloqueo acoplada con, y que se extiende generalmente de manera transversal desde, al menos una pared del canal de solera; la al menos una sección de pared de bloqueo que comprende un material térmicamente estable en volumen.

32. La cámara del horno de coque de la reivindicación 31, en donde la al menos una sección de pared de bloqueo y al menos una pared del canal de solera están acoplados entre sí mediante funciones de muesca y de reborde cooperantes asociadas con una parte de extremo de la al menos un segmento de pared de bloqueo y una parte lateral de la al menos una pared del canal de solera.

33. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde el canal de solera incluye al menos una sección de arco generalmente en forma de J que se extiende por un espacio entre una parte de extremo de al menos una pared del canal de solera y una pared de extremo del canal de solera.

34. La cámara del horno de coque de la reivindicación 33, en donde la sección de arco incluye una parte superior de extremo arqueada y una pata que depende de un extremo de la parte superior de extremo; un extremo libre opuesto de la parte superior de extremo arqueada acoplado de manera operativa con la pared del extremo del canal de solera entre un piso de canal de solera y el piso de horno.

35. La cámara del horno de coque de la reivindicación 33, en donde la al menos una sección de arco se compone de un material térmicamente estable en volumen.

36. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde el canal de solera incluye al menos una sección de esquina del canal de solera que tiene una cara posterior que está conformada para acoplarse a un área de al menos uno de la pluralidad

de tramos adyacentes y una cara delantera cóncava o curvilínea opuesta; en donde la sección de esquina del canal de solera se ubica para dirigir flujo de fluido más allá del área de esquina.

37. La cámara del horno de coque de la reivindicación 36, en donde la al menos una sección de esquina del canal de solera se compone de un material térmicamente estable en volumen.

38. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde el canal de solera incluye al menos una sección de esquina del canal de solera que tiene una cara posterior que está conformada para acoplarse a un área de al menos uno de la pluralidad de tramos adyacentes y una cara delantera cóncava o curvilínea opuesta; en donde la sección de esquina del canal de solera se ubica para dirigir flujo de fluido más allá del área de esquina.

39. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde la cámara del horno se compone además de canales descendentes que se extienden a través de al menos una de la primera pared lateral y la segunda pared lateral; en donde los canales descendentes se encuentran en comunicación abierta de fluido con la cámara del horno y el canal de solera.

40. La cámara del horno de coque de la reivindicación 39, en donde los canales descendentes tienen paredes laterales curvadas.

41. La cámara del horno de coque de la reivindicación 39, en donde los canales descendentes tienen varias secciones transversales de formas geométricas.

42. La cámara del horno de coque de la reivindicación 39, en donde los canales descendentes se moldean con el uso de un material térmicamente estable en volumen.

43. La cámara del horno de coque de la reivindicación 39, en donde los canales descendentes están conformados de una pluralidad de bloques de canal que tienen canales que penetran los bloques de canal; en donde la pluralidad de los bloques de canal están apilados verticalmente de tal manera que los canales de los bloques de canal adyacentes se alinean entre sí para definir secciones de los canales descendentes.

44. La cámara del horno de coque de la reivindicación 43, en donde al menos un bloque de canal incluye canales que penetran partes superiores e inferiores del extremo del bloque de canal y un lado del bloque de canal para proporcionar salidas para los canales descendentes.

45. La cámara del horno de coque de la reivindicación 39, que comprende además una cubierta descendente acoplada operativamente con una abertura a al menos un canal descendente; la cubierta descendente incluye un conector que está conformado para ser recibido dentro de una abertura de acceso que penetra la cubierta descendente.

46. La cámara del horno de coque de la reivindicación 25, en donde la cámara del horno se compone además de canales de captación que se extienden a través de al menos una de la primera pared lateral y la segunda pared lateral; en donde los canales de captación se encuentran en comunicación abierta de fluido con el canal de solera y una salida de fluido de la cámara del horno de coque.

47. La cámara del horno de coque de la reivindicación 46, en donde los canales de captación tienen varias paredes laterales de formas geométricas.

48. La cámara del horno de coque de la reivindicación 46, en donde los canales de captación tienen varias secciones transversales de formas geométricas.

49. La cámara del horno de coque de la reivindicación 46, en donde los canales de captación se moldean con el uso de un material térmicamente estable en volumen.

50. La cámara del horno de coque de la reivindicación 46, en donde los canales de captación están conformados de una pluralidad de bloques de canal que tienen canales que penetran los bloques de canal; en donde la pluralidad de los bloques de canal están apilados verticalmente de tal manera que los canales de los bloques de canal adyacentes se alinean entre sí para definir secciones de los canales de captación.

51. La cámara del horno de coque de la reivindicación 50, en donde al menos un bloque de canal incluye canales que penetran partes superiores e inferiores del extremo del bloque de canal y un lado del bloque de canal para proporcionar entradas para los canales de captación.

[0067] A partir de lo anterior se apreciará que, a pesar de que en el presente documento se han descrito realizaciones específicas de la tecnología para fines ilustrativos, pueden realizarse diversas modificaciones sin desviarse del espíritu y el alcance de la tecnología. Por ejemplo, a pesar de que se describieron diversas realizaciones en el contexto de hornos HHR, en realizaciones adicionales, los diseños térmicamente estables en volumen o de monolito pueden utilizarse en hornos que no son HHR, tal como hornos derivados. Además, algunos de los aspectos de la nueva tecnología que se describen en el contexto de realizaciones particulares pueden combinarse o eliminarse en otras realizaciones. Por

ejemplo, mientras que algunas de las realizaciones fueron tratadas en el contexto de una copa para una cámara de coquización, la copa plana, los materiales térmicamente estables en volumen y las otras características tratadas anteriormente pueden utilizarse en otras partes del sistema del horno de coque, tal como una copa para el canal de solera. Por otra parte, si bien las ventajas asociadas con algunas realizaciones de la tecnología se describieron en el contexto de aquellas realizaciones, otras realizaciones pueden presentar tales ventajas y no todas las realizaciones necesitan necesariamente que presenten dichas ventajas para encajar dentro del alcance de la tecnología. En consecuencia, la descripción y la tecnología asociada pueden abarcar otras realizaciones que no se muestran o describen en el presente documento. Por tanto, la descripción no está limitada excepto por las reivindicaciones adjuntas.

NBV\NBV\ID-624675\WPC23301

CAPÍTULO REIVINDICATORIO

1. Una cámara del horno (185) de coque (105), que comprende:
 - una sección de canal de solera (126) de monolito que tiene un camino serpentino en la misma;
 - una pared delantera que se extiende verticalmente hacia arriba desde la sección del canal de solera (126) del monolito y una pared posterior opuesta a la pared delantera;
 - una primera pared lateral que se extiende verticalmente hacia arriba desde el piso entre la pared frontal y la pared posterior y una segunda pared lateral opuesta a la primera pared lateral; y
 - una copa de monolito (180, 280) ubicada por encima de la sección del canal de solera (126) de monolito y que se extiende desde la primera pared lateral a la segunda pared lateral.
2. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la copa de monolito (180, 280) comprende tres segmentos de copa de monolito (282) que se extienden desde la primera pared lateral a la segunda pared lateral, en donde los tres segmentos de copa de monolito (282) se encuentran adyacentes uno al otro entre la pared frontal y la pared posterior.
3. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde:
 - la copa de monolito (180, 280) está configurada para traducir, contraerse o expandirse mediante una cantidad de ajuste tras el calentamiento o enfriamiento de la cámara del horno (185) de coque (105);
 - la copa de monolito (180, 280) comprende una primera porción extrema que reposa sobre la primera pared lateral y una segunda porción extrema opuesta a la primera porción extrema y que reposa sobre la segunda pared lateral; y
 - la primera pared lateral y la segunda pared lateral tienen un área de interfaz mayor que la cantidad de ajuste.
4. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 3, en donde la copa de monolito (180, 280) comprende tres segmentos de copa de monolito (282).

5. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la copa de monolito (180, 280) comprende una forma sin arco.
6. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la copa de monolito (180, 280) comprende una forma plana.
7. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la copa de monolito (180, 280) comprende un material térmicamente estable en volumen.
8. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la copa de monolito (180, 280) comprende sílice fundida, zirconio o un material refractario.
9. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la cámara comprende una cámara del horno (185) de coque (105) con recuperación de calor horizontal.
10. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la copa de monolito (180, 280) se encuentra con la primera pared lateral o la segunda pared lateral con una junta superpuesta o de acoplamiento.
11. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la primera y la segunda pared lateral son secciones de monolito.
12. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde la sección del canal de solera (126), la primera y la segunda pared lateral y la sección de copa son componentes de monolito.
13. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 1, en donde el horno básicamente no incluye ladrillos.
14. Una cámara del horno (185) de coque (105), que comprende:
 - un piso de la cámara;
 - dos paredes laterales, ortogonales al piso de la cámara; y

un componente de monolito ubicado sobre el piso de la cámara y que abarca una zona entre dos paredes laterales, en donde el componente de monolito comprende un material térmicamente estable en volumen.

15. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 14, en donde el material térmicamente estable en volumen comprende sílice fundido o zirconia.

16. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 14, en donde el componente de monolito comprende una superficie paralela, arqueada o inclinada con respecto al suelo.

17. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 14, en donde la cámara comprende una cámara de coquización (185) o un canal de solera (126).

18. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 17, en donde la cámara comprende un segundo componente de monolito.

19. Un método para bajar la temperatura de un horno de coque (105) con recuperación de calor horizontal, método que comprende:

formar una estructura de horno de coque (105) que tiene un piso, una primera pared lateral y una segunda pared lateral opuesta a la primera pared lateral, y una copa de horno sobre el piso en un espacio entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral, en donde uno entre el piso, la primera pared lateral, la segunda pared lateral, o la copa del horno son componentes monolíticos;

calentar el horno de coque (105);

bajar la temperatura del horno de coque (105) a una temperatura menor a la temperatura térmicamente estable en volumen; y

mantener la estructura del horno de coque (105).

20. El método de la Reivindicación 19, en donde formar la estructura del horno de coque (105) comprende formar un horno de un material térmicamente estable en volumen.

21. El método de la Reivindicación 19, en donde formar la estructura del horno de coque (105) comprende formar un monolito que abarca una porción de una distancia entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral.
22. El método de la Reivindicación 19, en donde formar la estructura del horno de coque (105) comprende formar una estructura de horno de coque (105) de ladrillos de sílice, y en donde bajar la temperatura del horno de coque (105) por debajo de una temperatura térmicamente estable en volumen comprende bajar la temperatura del horno de coque (105) por debajo de una temperatura de 649 °C.
23. El método de la Reivindicación 19, en donde bajar la temperatura del horno de coque (105) comprende bajar la operación del horno al 50 % de la capacidad operativa.
24. El método de la Reivindicación 19, en donde bajar la temperatura del horno de coque (105) comprende apagar el horno.
25. Una cámara del horno (185) de coque (105), que comprende:
un piso de horno;
una parte del extremo delantero y una parte del extremo trasero frente a la parte del extremo delantero;
una primera pared lateral que se extiende verticalmente hacia arriba desde el piso entre la pared frontal y la pared posterior y una segunda pared lateral opuesta a la primera pared lateral;
una copa ubicada por encima del piso y que se extiende desde la primera pared lateral a la segunda pared lateral; y
un canal de solera (126) que comprende un material térmicamente estable en volumen y que tiene tramos adyacentes (117) entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral.
26. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde el material térmicamente estable en volumen comprende sílice fundido o zirconia.

27. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde el canal de solera (126) incluye una pared del canal de solera (520) compuesta de segmentos de la pared del canal de solera (522).
28. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 27, en donde los segmentos de la pared del canal de solera (522) se componen de un material térmicamente estable en volumen.
29. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 27, en donde los segmentos de la pared del canal de solera (522) están acoplados entre sí mediante funciones de muesca (526, 528) y de reborde cooperantes asociados con las partes de extremo de los segmentos de la pared del canal de solera (522).
30. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 27, en donde los segmentos de la pared del canal de solera (522) están acoplados entre sí mediante funciones de muesca (526, 528) y de saliente (530) cooperantes asociados con las partes de extremo de los segmentos de la pared del canal de solera (522).
31. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde el canal de solera (126) incluye una sección de pared de bloqueo (532) acoplada con, y que se extiende de manera transversal desde, una pared del canal de solera (520); la sección de pared de bloqueo (532) comprende un material térmicamente estable en volumen.
32. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 31, en donde la sección de pared de bloqueo (532) y la pared del canal de solera (520) están acoplados entre sí mediante funciones de muesca (526, 528) y de reborde cooperantes asociadas con una parte de extremo del segmento de pared de bloqueo (532) y una parte lateral de la pared del canal de solera (520).
33. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde el canal de solera (126) incluye una sección de arco en forma de J (542) que se extiende por un espacio entre una parte de extremo de una pared del canal de solera (520) y una pared de extremo del canal de solera.

34. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 33, en donde la sección de arco (542) incluye una parte superior de extremo arqueada (544) y una pata (550) que desciende de un extremo de la parte superior de extremo; un extremo libre opuesto (552) de la parte superior de extremo arqueada (544) acoplado de manera operativa con la pared del extremo del canal de solera (540) entre un piso de canal de solera (543) y el piso de horno (160).

35. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 33, en donde la sección de arco (542) se compone de un material térmicamente estable en volumen.

36. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde el canal de solera (126) incluye una sección de esquina del canal de solera (556) que tiene una cara posterior (558) que está conformada para acoplarse a un área de uno de los tramos adyacentes (117) y una cara delantera cóncava o curvilínea apuesta; en donde la sección de esquina del canal de solera (556) se ubica para dirigir el flujo de fluido más allá del área de esquina.

37. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 36, en donde la sección de esquina del canal de solera (556) se compone de un material térmicamente estable en volumen.

38. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde el canal de solera (126) incluye una sección de esquina del canal de solera (556) que tiene una cara posterior que está conformada para acoplarse a un área de uno de los tramos adyacentes (117) y una cara delantera cóncava o curvilínea opuesta; en donde la sección de esquina del canal de solera (556) se ubica para dirigir el flujo de fluido más allá del área de esquina.

39. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde la cámara del horno (185) se compone además de canales descendentes (112) que se extienden a través de una de la primera pared lateral y la segunda pared lateral; en donde los canales descendentes (112) se encuentran en comunicación abierta de fluido con la cámara del horno (185) y el canal de solera (126).

40. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 39, en donde los canales descendentes (112) tienen paredes laterales curvadas.
41. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 39, en donde los canales descendentes (112) tienen varias secciones transversales de formas geométricas.
42. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 39, en donde los canales descendentes (112) se moldean con el uso de un material térmicamente estable en volumen.
43. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 39, en donde los canales descendentes (112) están conformados de bloques de canal (562) que tienen canales que penetran los bloques de canal (562); en donde los bloques de canal (562) están apilados verticalmente de tal manera que los canales de los bloques de canal (562) adyacentes se alinean entre sí para definir secciones de los canales descendentes (512).
44. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 43, en donde uno de los bloques de canal (562) incluye canales que penetran las partes de extremo superiores e inferiores del bloque de canal (562) un lado del bloque de canal (562) para proporcionar salidas para los canales descendentes (512).
45. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 39, que comprende además una cubierta descendente (118) (118) acoplada operativamente con una abertura a un canal descendente; la cubierta descendente (118) (118) incluye un conector que está conformado para ser recibido dentro de una abertura de acceso que penetra la cubierta descendente (118).
46. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 25, en donde la cámara del horno (185) se compone además de canales de captación (114) que se extienden a través de una de la primera pared lateral y la segunda pared lateral; en donde los canales de captación (114) se encuentran en comunicación abierta de fluido con el canal de solera (126) y una salida de fluido de la cámara del horno (185) de coque (105).

47. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 46, en donde los canales de captación (114) tienen varias paredes laterales de formas geométricas.
48. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 46, en donde los canales de captación (114) tienen varias secciones transversales de formas geométricas.
49. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 46, en donde los canales de captación (114) se moldean con el uso de un material térmicamente estable en volumen.
50. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 46, en donde los canales de captación (114) están conformados de bloques de canal (562) que tienen canales que penetran los bloques de canal; en donde los bloques de canal (562) están apilados verticalmente de tal manera que los canales de los bloques de canal (562) adyacentes se alinean entre sí para definir secciones de los canales de captación.
51. La cámara del horno (185) de coque (105) de la Reivindicación 50, en donde uno de los bloques de canal (562) incluye canales que penetran partes superiores e inferiores del extremo del bloque de canal (562) y un lado del bloque de canal (562) para proporcionar entradas para los canales de captación.

Señora Directora

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No. NC2017/0003281

Asunto: Solicitud de patente para: CÁMARA DE HORNO DE COQUE CON CONSTRUCCIÓN DE COMPONENTES MOLONLÍTICOS Y MÉTODO PARA APAGAR UN HORNO DE COQUE CON RECUPERACIÓN DE CALOR HORIZONTAL

Solicitante: SUNCOKE TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT LLC

Fecha de solicitud: 04 de abril de 2017

RESPUESTA A PRIMER EXAMEN DE PATENTABILIDAD

Yo, ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio 13132, notificado por fijación en lista el 07 de noviembre de 2018 para el cual pedí una prórroga el 01 de febrero de 2019.

I. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

En respuesta al examen de patentabilidad aporté un nuevo Capítulo Reivindicatorio conformado por 51 reivindicaciones, el cual reemplaza en su totalidad al Capítulo Reivindicatorio presentado el 23 de agosto de 2017 en respuesta al examen de forma, en donde se realizan los siguientes cambios:

- se reemplazó el número que define la copa de monolito de (160) a (180, 280) a lo largo de todo el Capítulo Reivindicatorio. Esta modificación tiene sustento en las Figuras 1A y 2A, así como en los párrafos [0032] y [0044] de la Descripción;
- las expresiones “*por lo menos*”, “*al menos*” y “*pluralidad*” fueron eliminadas a lo largo del Capítulo Reivindicatorio;

- en la Reivindicación 2 se eliminó la expresión *“una pluralidad de porciones de monolito”* y específico que las porciones constituyen segmentos de copa de monolito (282);
- en la Reivindicación 22, se reemplazó el valor de temperatura de 1200°F a 649°C;
- se realizaron correcciones a la numeración de los componentes estructurales dentro de las reivindicaciones modificando la pared del canal de solera de (126) a (520) (Reivindicaciones 27, 31 a 33), los segmentos de la pared del canal de solera de (126) a (522) (Reivindicaciones 27 a 30), pared del extremo del canal de solera de (126) a (540) (Reivindicación 34), piso de canal de solera de (126) a (543) (Reivindicación 34), esquina del canal de solera de (126) a (556) (Reivindicaciones 36 a 38). Estas modificaciones están sustentadas en los párrafos [0058] a [0062] y las figuras 5A, 5B y 6 del Capítulo Descriptivo;
- se agregaron los números de referencia de las figuras correspondiente a las siguientes partes de la cámara de horno reclamada: la parte superior de extremo arqueada (544), una pata (550), un extremo libre opuesto (552), el piso del horno (160) en la Reivindicación 34 y la capa posterior de la esquina del canal de solera (558) en la Reivindicación 36, estas modificaciones están sustentadas en los párrafos [0054] y [0060] y las figuras 1A, 5G y 5H del Capítulo Descriptivo.

Estas modificaciones se ajustan al Artículo 34 de la Decisión 486 de 2000, ya que no constituyen una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

II. EN CUANTO AL TÍTULO

El Examinador señala que el título de la invención es general y no divulga el objeto de la presente invención. En respuesta a la amable sugerencia del Examinador, el título de la invención se ha modificado de tal forma que ahora lee:

*CÁMARA DE HORNO DE COQUE CON CONSTRUCCIÓN DE COMPONENTES
MOLONLÍTICOS Y MÉTODO PARA APAGAR UN HORNO DE COQUE CON
RECUPERACIÓN DE CALOR HORIZONTAL*

Por consiguiente, considero superada cualquier objeción relacionada con el título de la invención.

III. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD

En respuesta a las objeciones de la supuesta falta de claridad del Capítulo Reivindicatorio, me permito llamar la atención del Examinador al Capítulo Reivindicatorio Modificado adjunto, con el cual considero se responde a estas objeciones. Respecto a las objeciones particulares presentadas por el Examinador, mi Apoderada tiene los siguientes comentarios:

i. El Examinador considera que las expresiones *“una sección de canal de solera de monolito”*, *“una copa monolito”* (Reivindicaciones 1 y 19), *“primera porción extrema”*, *“segunda porción extrema”* (Reivindicación 3), *“componentes monolíticos”* (Reivindicación 19), *“temperatura térmicamente estable en volumen”* (Reivindicaciones 19 y 25), *“una copa”* (Reivindicación 25) y *“flujo de fluido”* (Reivindicación 38) son términos generales que abarcan una gran cantidad de variaciones. En respuesta, y contrario a la opinión del Examinador, considero que los términos *“una sección de canal de solera de monolito”*, *“una copa monolito”* y *“una copa”* (Reivindicaciones 1, 19, 25) son claras para una persona versada en la materia y se clarifican completamente a la luz de la Descripción de la presente invención. En el campo de la técnica en el que se enmarca la presente invención, es completamente claro que un *“monolito”* hace referencia a una estructura fabricada con una sola pieza, o más específicamente *“de una sola piedra”*, independientemente de la forma o tamaño que tenga. Adicionalmente, la sección de canal de solera está representada gráficamente en la Figura 1B, y su definición y características estructurales se encuentran en el párrafo [0011] y [0040] a [0041] de la Descripción. De la misma manera, un esquema de la *“copa de monolito”* se describe en la Figura 1C y 2B, y su disposición e interconexiones en la estructura del horno de coque reclamada se encuentra en los párrafos [0038] y [0042] a [0044].

En cuanto a *“primera porción extrema”* y *“segunda porción extrema”*, me permito señalar que estas expresiones son claras ya que se refieren a los extremos de la copa de monolito.

Adicionalmente, la identidad de estas porciones se encuentra definida en la Figura 2B, así como en el párrafo [0032] de la Descripción de la siguiente manera:

“Un primer extremo de la copa 180 puede descansar sobre una primera pared lateral 175, mientras que un segundo extremo de la copa 180 puede descansar sobre una pared lateral opuesta 175, tal como se muestra. Los hornos adyacentes 105 pueden compartir una pared lateral común 175.”

Respecto al término *“temperatura térmicamente estable en volumen”*, al igual que en el caso anterior, es completamente claro para una persona medianamente versada en la materia, y además se encuentra debidamente explicado en el párrafo [0009] de la Descripción:

“(…) temperatura térmicamente estable en volumen de los ladrillos de sílice, la temperatura por encima de la cual el sílice es generalmente estable en volumen (es decir, no se expande o contrae).”

Esta definición es aplicable a cualquier material que cumpla las características de no expansión o contracción por encima de cierta temperatura.

Con relación a la expresión *“flujo de fluido”*, quiero llamar la atención del Examinador al párrafo [0060], el cual está relacionado con la Figura 5G, donde se explica que la esquina del canal de solera incluye una cara angular en la esquina para reducir la turbulencia del flujo de gas volátil que produce un flujo más suave. Por lo tanto, el término además de no ser confuso queda debidamente explicado en vista de las enseñanzas del Capítulo Descriptivo.

Finalmente, quisiera resaltar que las reivindicaciones presentadas contienen, en todos los casos, los números de referencia de los elementos estructurales que conforma el horno reclamado, por lo cual cualquier persona versada en la materia, apoyada en las reivindicaciones y las figuras presentadas, estaría en capacidad de reproducir la invención.

ii. El Examinador señala que no es posible comparar con el estado de la técnica expresiones relativas y/o imprecisas del tipo *“pluralidad”*, *“porciones”*, *“al menos”*, *“mayor que”*, *“generalmente”*, *“parcialmente”*, *“por lo menos”*, *“por debajo”* y *“o menos”*. En referencia a esta objeción, llamamos la atención del Examinador al Capítulo

Reivindicatorio Modificado, en el que se han eliminado las expresiones mencionadas anteriormente en la mayoría de las reivindicaciones con las siguientes excepciones:

- a. el término *“parcialmente”* en la Reivindicación 22 no se ha eliminado toda vez que se refiere a un potencial material de construcción del horno de coque, por lo cual eliminar dicha expresión restringiría la construcción de los hornos reclamados por la presente solicitud a los contruidos con ladrillos de sílice, limitando de manera excesiva el alcance de la protección a la que tiene derecho el solicitante;
- b. el solicitante ha decidido mantener la expresión *“por debajo”* en la Reivindicación 22, debido a que hace referencia a una temperatura estable a volumen, la cual no es posible especificar a menos que se tenga exactamente el material de construcción del horno. Del mismo modo que en el caso anterior, limitar esta expresión restringiría de manera excesiva el alcance de la protección.

iii. El Examinador señala que la expresión *“están configuradas para traducir, contraerse o expandirse mediante una cantidad de ajuste tras el calentamiento o enfriamiento de la cámara del horno (185) de coque (105)”*. En relación con esta objeción, quisiera señalar que de acuerdo con la Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad (Guía de la SIC), las expresiones referentes a características funcionales son aceptadas, pues explican la función que cumple la invención¹. En el presente caso, la invención está definida por sus características estructurales en la Reivindicación 1. Las expresiones mencionadas por el Examinador no solo permiten entender la interacción entre las características estructurales de la invención, sino también aclarar que ciertas partes de ésta tienen un rol definido en la invención. En el presente caso, la configuración mencionada en la reivindicación es necesaria para evitar la expansión y contracción incontrolada que se presenta en los hornos contruidos con ladrillos refractarios, la cual aumenta el riesgo de un posible colapso. Por lo tanto, las expresiones a las que se refiere el Examinador no solo son aceptables, sino que permiten entender con mayor claridad la invención.

¹ Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad* (Bogotá, Colombia, 2014). Sección 2.6.5.4

iv. El Examinador requiere la inclusión de las condiciones técnicas (como la temperatura) necesarias para llevar a cabo la invención. Con respecto a esta sugerencia, quisiera señalar que el inventor está en derecho de reclamar protección sobre todo el concepto inventivo, el cual, en el presente caso, corresponde a la construcción de hornos de coque con recuperación de calor horizontal utilizando componentes monolíticos. Es más, el solicitante no está en obligación de incluir elementos no esenciales de la invención en las reivindicaciones como la temperatura, la presión, el flujo y otras condiciones de operación del proceso reclamado, sino únicamente aquellas características que los distingan del arte previo. Incluir detalles adicionales únicamente limitaría el alcance de la protección de la patente y restringiría injustificadamente el alcance de la protección sobre la cual tiene derecho el solicitante.

v. El Examinador solicita modificar las unidades de °F por unidades del sistema internacional en la Reivindicación 22. En respuesta, llamo la atención del Examinador al Capítulo Reivindicatorio modificado en el cual se ha atendido a esa amable sugerencia.

vi. El Examinador considera que la Reivindicación 42 no es concisa ya que divulga la misma materia que la Reivindicación 49. En respuesta a esta objeción, me permito diferir respetuosamente de la opinión del Examinador toda vez que la Reivindicación 42 se refiere a los canales descendentes (112), mientras que la Reivindicación 49 a los canales de captación (114). Los canales descendentes se utilizan para suministrar gas desde la cámara del horno (185) al canal de solera por debajo de la cámara del horno, mientras que los canales de captación se usan para proporcionar gas fuera del canal de solera y hacia las chimeneas para procesamiento adicional. Por lo tanto, las Reivindicaciones 42 y 49 tienen un alcance diferente.

vii. En cuanto a la amable sugerencia del Examinador de incluir los números de referencia de las figuras dentro de las Reivindicaciones, quiero señalar que los elementos principales ya se encuentran numerados en las Reivindicaciones. Sin embargo, algunos elementos se han adicionado y otros se han corregido como se mencionó en la sección I del presente memorial.

Con base en todo lo anterior, considero que el Capítulo Reivindicatorio modificado adjunto cumple con todos los requisitos de claridad y concisión, ajustándose así a los

lineamientos del Artículo 30 de la Decisión 486, ya que cualquier persona del oficio normalmente versada en la materia está en completa capacidad de reproducir la invención sin ambigüedad alguna.

IV. EN CUANTO A LA DERSCRIPCIÓN

Con respecto a la objeción del Examinador relacionado con las unidades en °F, solicito la atención del Examinador al Capítulo Descriptivo modificado que se adjunta al presente memorial, en el cual se ha tenido en cuenta esta sugerencia, modificando las unidades a unidades del Sistema Internacional.

V. ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador considera los siguientes documentos como relevantes en la evaluación de patentabilidad de la presente invención:

D1, referido al documento US 2002/0134659 titulado *“Coke oven flue gas sharing”* que divulga un método y un aparato para disminuir la tasa de flujo de gas en sistemas con canales de solera, el método incluye proporcionar un sistema de ductos entre dos cámaras de coquización para dirigir parte del gas de la primera cámara a la segunda cámara.

D2, referido al documento US 2008/0169578 titulado *“Coke oven reconstruction”* que divulga un proceso para reemplazar paredes y techos de hornos de coque utilizando módulos térmicamente estables no expandibles.

VI. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NIVEL INVENTIVO

El Examinador considera que la invención definida en las Reivindicaciones 25, 39 y 46 carecen de nivel inventivo a la luz de las enseñanzas de D1 y D2. Respetuosamente difiero de la opinión del Examinador. Con el fin de demostrar el nivel inventivo de la presente invención, y basándome en la Guía de la SIC sobre el método problema-solución, a continuación expongo cómo el arte previo citado por el Examinador no llevaría a la persona del oficio normalmente versada en la materia a la invención reclamada.

D1 puede ser considerado como el arte previo más cercano en tanto divulga un método y un aparato para disminuir la tasa de flujo de gas en hornos de coque. El método incluye proporcionar un sistema de ductos entre un primer y un segundo horno de coque para dirigir una porción de gas desde la primera cámara de coque al segundo horno de coque.

D1 difiere de la presente invención principalmente en no describir o mencionar en ningún momento la construcción de hornos de coque con componentes monolíticos ni el uso de materiales térmicamente estables, características que son consideradas como esenciales e inventivas en la presente solicitud.

Haciendo referencia específica a la Reivindicación 25, quiero señalar que en dicha reivindicación claramente se hace referencia la construcción de canales de solera en un horno de coquización utilizando materiales térmicamente estables, lo cual no se menciona en D1.

Respecto al efecto técnico atribuible a dichas diferencias, llamo la atención del Examinador sobre el hecho de que la construcción de hornos de coque con las características enseñadas por la presente solicitud, contrario a la opinión del Examinador, sí presenta un efecto técnico importante, permitiendo la construcción de hornos con alta resistencia, estabilidad y durabilidad, ya que la expansión y contracción de los materiales se disminuye de manera importante.

Según la Guía de la SIC, el problema técnico debería plantearse como: *“¿cómo modificar o adaptar el estado de la técnica cercano para obtener el efecto técnico que la invención proporciona?”*² Por consiguiente, el problema técnico planteado por el Examinador en su oficio es incompleto puesto que ignora el efecto técnico proporcionado por la presente invención. De hecho, de aceptar el problema técnico planteado por el Examinador de *“un aparato alternativo”* haría que cualquier variación del mismo sea obvia. El Examinador no debe olvidar que el problema técnico tiene dos partes igualmente importantes; en donde el efecto técnico es una de ellas. Por consiguiente, ante el efecto técnico anteriormente

² Superintendencia de Industria y Comercio, *Guía para Examen de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad* (Bogotá, Colombia, 2014).

señalado, el problema técnico debe ser planteado así: *“¿cómo modificar los hornos reclamados en D1 para incrementar la durabilidad y estabilidad de los hornos?”*

En esta etapa de la evaluación de nivel inventivo, la Guía de la SIC indica que se debe evaluar si la invención resulta obvia y que para ello el Examinador debe buscar si en el estado de la técnica en su conjunto existe alguna indicación que lleve a la persona medianamente versada en la materia a modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para resolver el problema técnico.³

Al analizar si una persona medianamente versada en la materia es capaz de resolver el problema técnico, de una manera obvia, basándose en lo revelado en el arte previo, considero que tal declaración es desacertada. Lo anterior a la luz de las enseñanzas específicas de D1 y D2.

D1 revela la construcción de una batería de hornos de coque definido de manera general por paredes laterales, pisos, techos y canales de solera. Estos últimos calientan el material a coquizar y adicionalmente cuenta con una comunicación de los gases generados durante la coquización entre dos cámaras adyacentes. Adicionalmente, los hornos divulgados por D1 son contruidos utilizando únicamente ladrillos de material refractario. A diferencia de la presente invención, D1 en ningún momento sugiere la fabricación de los componentes estructurales de la batería de hornos utilizando materiales térmicamente estables ni mucho menos monolíticos.

Por su parte, D2 se refiere a un proceso para reemplazar paredes y techos deteriorados en hornos de coque con módulos contruidos de materiales estales térmicamente. No obstante, D2 no menciona en ningún momento la construcción completa de hornos de coquización utilizando materiales estables térmicamente en volumen.

Particularmente y en el mejor de los casos, una persona versada en la materia siguiendo las enseñanzas de D1 y D2 estaría únicamente motivada a reemplazar las paredes y techos en hornos de coquización, pero de ninguna forma realizaría esta modificación a los canales de solera que se encuentra bajo el suelo de los hornos, o a los demás

³ Oficina Internacional de la OMPI, *Manual para el Examen de Solicitudes de Patente de Invención en las Oficinas de Propiedad Industrial de los Países de la Comunidad Andina* (Quito, Ecuador, 2004).

componentes estructurales de los hornos. Adicionalmente, hay particularidades dentro del diseño de los hornos de la presente solicitud que no se mencionan en D1 ni D2, como lo es la estructura curvada de las esquinas de los canales de solera, las cuales permiten un flujo más adecuado de los gases.

Además, el Examinador señala que las Reivindicaciones 39 y 46 han sido reveladas previamente por D1, sin tener en cuenta su dependencia con la Reivindicación 25, la cual incluye canales de solera contruidos con materiales térmicamente estables en volumen, la cual es una característica novedosa e inventiva de la presente solicitud.

Por otra parte, el Examinador considera que las Reivindicaciones 27 y 28 del mismo modo habían sido reveladas previamente por D2. Sin embargo, y al igual que en el caso anterior, no se tuvo en cuenta su relación de dependencia con la Reivindicación 25. Mas allá de esto, el Examinador compara equivocadamente el objeto de las Reivindicaciones 27 y 28, las cuales se refieren específicamente a las paredes del canal de solera, con las paredes de los hornos de coquización mencionados en D2.

Finalmente, quiero señalar que los argumentos en los que se basa el Examinador muestran lo que podría llamarse un análisis en retrospectiva o *“análisis hindsight”* porque, aunque D1 menciona algunas características, D2 no revela ninguna de las características esenciales reivindicadas ni hay ninguna enseñanza particular en D1 que motive la persona medianamente versada en la materia a realizar las modificaciones particulares. En otras palabras, el Examinador combinó las características estructurales mostradas anteriormente de D1 y D2, sin considerar las enseñanzas específicas de dicho arte previo y las diferencias con la presente invención. Las objeciones del Examinador intentan encontrar las características esenciales de la invención reivindicada en porciones dispersas del arte previo, como un rompecabezas. En el presente caso, la mención simple y no relacionada de algunas características en el arte previo, no orienta inmediatamente la persona medianamente versada en la materia a obtener la invención con los efectos específicos conseguidos.

Así las cosas, la Guía de la SIC establece que las invenciones carecen de nivel inventivo cuando *“(…) en el estado de la técnica en su conjunto hay un segundo documento que contiene una enseñanza que indicaría (no sólo que podría indicar, sino que indicaría) a la*

*persona medianamente versada en la materia, enfrentada al problema técnico, cómo modificar o adaptar el estado de la técnica más cercano para resolver el problema, de la forma reivindicada, sin realizar una actividad inventiva”.*⁴ En el presente caso, es evidente que las características técnicas esenciales de la invención no se podían prever a partir de las enseñanzas del arte previo citado por el Examinador sin llevar a cabo actividad inventiva.

En conclusión, según la aproximación problema-solución para el análisis del nivel inventivo de la presente invención, considero que éste se reconoce claramente, ya que, puesto que el arte previo en efecto no es suficiente para brindar indicaciones acerca de la posibilidad de desarrollar la invención de manera evidente, la persona del oficio normalmente versada en la materia reconocería que la presente invención es inventiva.

VII. PETICIÓN

1. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, solicito proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.
2. De manera subsidiaria, y en caso de que la Dirección de Nuevas Creaciones tenga observaciones adicionales a la patentabilidad del invento, solicito emitir un nuevo requerimiento en el marco del Artículo 45 de la Decisión 486 de 2000.

⁴ Ibid. Sección 2.13.5.1

ANEXOS

1. Capítulo Reivindicatorio Modificado conformado por 51 reivindicaciones;
2. Capítulo Descriptivo Modificado;
3. Comprobante de pago de tasa de examen de patentabilidad adicional.

Señora Directora,

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI

C.C. 79.780.910 de Bogotá

T.P. 114.908

COLO-23301-0841-0006-5

NBV\NBV\ID-304259\WPC23301

No. M-2019-304259\NBV