



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 377**

51 Int. Cl.:
C03B 5/235 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08826346 .2**

96 Fecha de presentación : **10.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2176178**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2010**

54 Título: **Horno y procedimiento oxi-combustible para la fusión de materias vitrificables.**

30 Prioridad: **10.07.2007 FR 07 56398**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.10.2011

73 Titular/es: **L'Air Liquide Societe Anonyme pour
l'Etude et l'Exploitation des Procedes Georges
Claude
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Beaudoin, Philippe;
Constantin, Gabriel;
Duperray, Pascal;
Giang, Son Ha;
Grand, Benoit;
Jarry, Luc;
Kalcevic, Robert;
Leroux, Bertrand;
Poirier, Alban y
Tsiava, Rémi**

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 365 377 T3

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

DESCRIPCIÓN

Horno y procedimiento oxi-combustible para la fusión de materias vitrificables

- 5 La invención se refiere a un procedimiento y un horno oxi-combustible para la fusión de materia vitrificable y la obtención de vidrio fundido.

10 La invención se refiere especialmente a un horno de fusión que tiene una capacidad o tirada inferior o igual a 400 toneladas de vidrio fundido por día. Tales hornos de fusión se utilizan, por ejemplo, en la fabricación de vidrio hueco y de vidrio para cristalería, donde éstos alimentan las máquinas de conformación de vidrio fundido.

15 La invención se refiere, más en particular, a un horno de fusión denominado "de llama". En un horno de llama, al menos una parte de la energía es suministrada por al menos una llama a la cámara de fusión, siendo materializada la al menos una llama por medio de un quemador.

El documento anterior US-A-3592622 describe un procedimiento que permite aumentar la temperatura del vidrio en un horno de fusión-afinado, calentado por aero-combustión sin aumento correspondiente de la temperatura de la bóveda del horno.

20 Según el documento US-A-359622, esto se realiza mediante la aportación al horno de energía térmica auxiliar suministrada por una llama no luminosa, generada por un oxi-quemador. La citada llama está dirigida en el sentido longitudinal del horno y hacia abajo, con el fin de permitir una combustión sustancialmente completa antes de que los productos de combustión entren en contacto con la superficie del vidrio fundido.

25 El documento anterior US-A-359622 divulga en particular un horno de fusión-afinado de ese tipo, con una cámara de una longitud de aproximadamente 10,1 m (36 pies) que se calienta por medio de quemadores montados de manera separada en las paredes laterales.

30 Con el fin de aumentar la temperatura del vidrio, la citada cámara está dotada de dos oxi-quemadores en la pared corriente arriba.

35 Los ejes de los dos oxi-quemadores convergen a una distancia de aproximadamente 3,7 a 4,3 metros (12 a 14 pies) de la pared corriente arriba. La energía térmica auxiliar proporcionada por estos dos oxi-quemadores se eleva a alrededor de un 10,5% de la energía térmica total del horno.

40 Para reducir las emisiones contaminantes, tales como las de NOx, y para limitar el consumo energético de los hornos de fusión de llama, es posible sustituir el aire, como comburente para la combustión, por un gas rico en oxígeno. Tales hornos se conocen como hornos de llama oxi-combustibles u hornos oxi-combustibles. La combustión por medio de un gas rico en oxígeno se denomina oxi-combustión y los quemadores que funcionan con un gas rico en oxígeno como comburente se denominan oxi-quemadores.

45 En los hornos de fusión oxi-combustibles, la configuración de los quemadores está constituida generalmente por un número de quemadores situados sobre una parte de la longitud del horno y dirigidos perpendicularmente al eje del horno / de la cámara de combustión. La potencia de cada uno de los quemadores se ajusta individualmente, se ajusta por grupo de quemadores, para establecer el perfil térmico deseado en el horno. La potencia total de los quemadores se ajusta en función de la tirada del horno.

Se han propuesto otras configuraciones de quemadores.

50 Existen igualmente hornos de fusión denominados "de bucle" en los que (1) la configuración de los quemadores está constituida por un número muy bajo de quemadores (típicamente uno o dos), dirigidos de manera sustancialmente paralela al eje longitudinal del horno, y (2) la o las aberturas de evacuación de vapores están posicionadas de manera que crean una o más llamas en forma de bucle.

55 La presente invención tiene por objeto proporcionar un procedimiento oxi-combustible mejorado para la fusión de materias vitrificables en un horno de capacidad limitada, así como un horno de fusión mejorado de capacidad limitada, apto para ser utilizado en tal procedimiento.

60 La presente invención se refiere más en particular a un procedimiento para la obtención de vidrio fundido por fusión de materias vitrificables en una cámara de fusión.

65 La cámara de fusión está definida por una pared corriente arriba (asimismo denominada aguilón de carga o aguilón trasero, y en inglés: "back wall"), una pared corriente abajo (asimismo denominada aguilón de salida o aguilón delantero, y en inglés: "front wall"), paredes laterales, un suelo y una bóveda. La misma tiene una superficie interna inferior o igual a 200 m² y su eje longitudinal se extiende entre la pared corriente arriba y la pared corriente abajo. La cámara de fusión incluye una zona corriente arriba por el lado de la pared corriente arriba, y una zona corriente

abajo por el lado de la pared corriente abajo.

En el procedimiento según la invención, se cargan las materias vitrificables en la zona corriente arriba. Se funden las materias vitrificables con obtención de vidrio fundido proporcionando la energía de fusión a la cámara de fusión. Se evacua el vidrio fundido a la zona corriente abajo.

Se proporciona al menos el 70% de la energía de fusión mediante dos oxi-quemadores. Los dos oxi-quemadores desembocan en la cámara de fusión a través de la pared corriente arriba, y están situados a uno y otro lado del plano vertical que comprende el eje longitudinal de la cámara de fusión (es decir, el plano vertical en el que se sitúa el citado eje longitudinal). Para proporcionar este al menos 70% de la energía de fusión, se alimentan los dos oxi-quemadores con combustible y comburente, y se inyectan el combustible y el comburente en la cámara de fusión por medio de estos dos oxi-quemadores con el fin de crear dos llamas y vapores. Cada una de las dos llamas presenta un eje de inyección. El comburente es un comburente rico en oxígeno, y en particular un comburente cuyo contenido de oxígeno es de al menos un 70% en volumen.

Se evacuan los vapores de la cámara de fusión mediante al menos una abertura de evacuación de vapores.

La invención se caracteriza en particular porque los ejes de inyección de las dos llamas se juntan a una distancia d de la pared corriente arriba comprendida entre $1/3$ y $1/4$ de la longitud L de la cámara de fusión.

La superficie interna de la cámara de fusión es, con preferencia, de 10 a 90 m².

El comburente tiene con preferencia un contenido de oxígeno de al menos un 80% en volumen.

Los dos oxi-quemadores están posicionados, con preferencia, simétricamente a uno y otro lado con relación al plano vertical que comprende el eje longitudinal de la cámara de fusión.

Los ejes de inyección de las dos llamas se juntan, con preferencia, a una distancia d de la pared corriente arriba de aproximadamente los $2/3$ de la longitud L de la cámara (entre $7/12$ y $3/4$ de la longitud L de la cámara).

Los ejes de inyección de las dos llamas se juntan con preferencia en el plano vertical que comprende el eje longitudinal de la cámara de fusión.

Mediante eje de inyección de una llama se entiende la orientación o la dirección inicial de la llama, es decir, a la salida del quemador.

El procedimiento que sigue según la invención presenta un número de ventajas.

Se ha constatado, en efecto, que en un horno con esa superficie interna, el procedimiento según la invención con la orientación de las dos llamas tal y como se ha descrito en lo que antecede, en particular con ejes de inyección que se juntan en el horno, permite una eficacia mejorada de transferencia térmica hacia la carga, permitiendo así realizar una tirada (en inglés "pull rate") más elevada del horno y/o una mejor calidad del vidrio fundido, en particular en lo que se refiere a la homogeneidad de la composición y de la temperatura del vidrio fundido a la salida del horno, o incluso realizar ahorros de combustible.

Esta orientación de las dos llamas con un punto de encuentro que crea una zona de combustión a alta temperatura, mejora principalmente el control de los flujos de vidrio bajo fusión en el baño de vidrio, y su homogeneidad. Esta orientación permite igualmente aumentar el tiempo de estancia de los vapores por encima de la carga, mejorando con ello la transferencia térmica hacia la carga, y reducir la temperatura de los vapores a la salida del horno.

Debido a que, para una potencia dada, los volúmenes de gases (en particular, el comburente y los vapores) en oxi-combustión se reducen considerablemente con relación a los volúmenes de gases en aero-combustión, el riesgo de arrastre de materias vitrificables o de componente de vidrio fundido con la llama y los vapores, vista la orientación de las llamas, se reduce, y con ello, el riesgo de daño de las paredes de la cámara de fusión y de pérdidas de materias vitrificables y/o de componentes.

Otra ventaja de la presente invención consiste en que resulta posible proceder a un mantenimiento de uno de los dos quemadores, o de los dispositivos de alimentación de combustible y/o de comburente de uno de los quemadores, sin tener que interrumpir la fusión, y por tanto sin enfriamiento del horno que pudiera conducir a tener que vaciar el baño de fusión en cuanto a materias vitrificables y vidrio fundido, evitando así tiempos de parada y pérdidas de producción importantes.

La presencia de dos oxi-quemadores que desembocan en la cámara de fusión a través de la pared corriente arriba permite, cuando uno de los oxi-quemadores ha sido puesto fuera de funcionamiento para su mantenimiento o para el mantenimiento de sus medios de alimentación, es decir para el mantenimiento de los medios para el precalentamiento del combustible y/o del comburente alimentados a dicho oxi-quemador, poder hacer que bascule la

potencia a uno de los dos oxi-quemadores.

La potencia del quemador puesto fuera de funcionamiento puede ser compensada parcial o totalmente por uno de los dos quemadores.

5 El contenido en oxígeno del comburente es ventajosamente superior al 85% en volumen, con preferencia de al menos el 90% en volumen, más preferentemente de al menos el 95% en volumen, y más aún de al menos el 99% en volumen.

10 Según una forma de realización particularmente ventajosa que aumenta la flexibilidad del procedimiento y del horno según la invención, los dos oxi-quemadores son oxi-quemadores de llama orientable, es decir, oxi-quemadores que permiten hacer que varíe la orientación del eje de inyección de la llama. Tales quemadores de llama orientable se encuentran particularmente descritos en las solicitudes de Patente WO 2008/003908 y FR 2903479 de la firma L'AIR LIQUIDE. La utilización de este tipo de quemadores permite en particular desplazar el recinto en la cámara de fusión en el que se juntan los ejes de inyección de las dos llamas. Esto permite, por ejemplo, tener en cuenta los cambios en la tirada del horno y/o en la composición de las materias vitrificables.

Con preferencia, se transporta al menos una parte de los vapores evacuados hacia medios de recuperación de calor.

20 Resulta posible mejorar aún más el balance energético del procedimiento de fusión precalentando al menos una parte de los reactivos (comburente y/o combustible), y en particular al menos una parte del comburente, corriente arriba de los dos quemadores. El citado precalentamiento se efectúa ventajosamente en los medios de recuperación de calor, y en particular utilizando uno o más intercambiadores de calor. Estos intercambiadores de calor están situados típicamente en el circuito de evacuación de los vapores, corriente abajo del horno.

Esta técnica de precalentamiento de los reactivos permite un ahorro de alrededor de un 10% sobre los consumos de oxígeno y de combustible. El ahorro exacto está en función del nivel de temperatura alcanzada por los reactivos, del diseño del horno, y del tipo de quemador utilizado.

30 Con el fin de hacer que la implantación de una tecnología tal de oxi-combustión de reactivos calientes sea interesante y rentable para los hornos de pequeño tamaño, a pesar de la complejidad de su puesta en práctica, del precio de la instalación con respecto al ahorro generado y de la voluminosidad de la instalación de precalentamiento, se ha propuesto, según uno de los modos de realización de la invención, que los medios de recuperación de calor incluyan al menos un primer intercambiador de calor situado en el exterior de la cámara de fusión y esencialmente por detrás de la pared corriente arriba en la que se han montado los dos oxi-quemadores, y que se precaliente al menos una parte, y con preferencia la totalidad, del comburente suministrado a los dos citados oxi-quemadores en el al menos un primer intercambiador de calor por intercambio térmico con un fluido caloportador.

40 La invención hace que sea así posible beneficiarse del ahorro energético aportado por la técnica del precalentamiento de los reactivos en un horno con una cámara de fusión de baja capacidad, y todo esto con una realización relativamente simple, un precio razonable de la instalación y sin demasiada voluminosidad.

45 Se debe apreciar que, en el presente contexto, la expresión "cámara de fusión" cubre igualmente las cámaras de fusión/ afinado.

50 El procedimiento según la invención se realiza con una cámara de fusión y una cámara de baja capacidad. La cámara presenta típicamente una capacidad o tirada inferior o igual a 400 toneladas de vidrio fundido por día, con preferencia de 50 a 200 toneladas diarias. Esto corresponde en general a una cámara que tiene una superficie interna (= longitud L x anchura l) inferior o igual a 200 m², y con preferencia de 10 a 90 m².

En lo que sigue, la expresión "cámara de baja capacidad" se refiere a una cámara según una cualquiera de las descripciones que anteceden.

55 Cada uno de los dos oxi-quemadores está dotado de medios de alimentación de combustible que permiten regular el caudal de combustible enviado a dicho quemador.

60 Se ha comprobado, en particular, que es posible realizar en las cámaras de baja capacidad una buena cobertura de la carga (materias vitrificables y vidrio fundido) por parte de las llamas, y un buen perfil térmico con dos oxi-quemadores de combustión escalonada y/o de impulsión variable montados en la pared corriente arriba.

65 La combustión está escalonada en dos zonas de combustión sucesivas. En la primera zona de combustión, se inyecta uno de los reactivos (combustible o comburente) en una cantidad inferior a la cantidad estequiométrica para la combustión. En esta primera zona, hay por tanto combustión rica en combustible (en el caso de inyección sub-estequiométrica de comburente y más en particular de oxígeno), o combustión rica en oxígeno (en el caso de inyección sub-estequiométrica de combustible). El complemento del reactivo inyectado en sub-estequiometría se

inyecta a distancia de la primera zona de combustión, creando así una segunda zona de combustión en la que el complemento del reactivo inyectado en sub-estequiometría reacciona con el residuo de combustión de la primera zona y especialmente con el residuo en los vapores del otro reactivo.

5 Con frecuencia, el reactivo inyectado en sub-estequiometría en la primera zona de combustión es el comburente.

Los quemadores de combustión escalonada, denominados asimismo “de chorros separados”, que pueden ser ventajosamente utilizados en el procedimiento y el horno según la invención, se encuentran principalmente descritos en los documentos WO-A-02/081967, WO-A-2004/094902 y WO-A-2005/059440, a nombre de la misma solicitante, y son comercializados por la sociedad solicitante bajo la denominación comercial ALGLASS® SUN.

Los oxi-quemadores de combustión escalonada presentan las ventajas siguientes:

- 15 - una potencia flexible, que puede ser adaptada a la variación de tirada que se requiera para el horno;
- una longitud de llama regulable.

Estos quemadores permiten que se haga variar la longitud de la llama independientemente de la potencia de funcionamiento, y así repartir el calor por la longitud de la cámara.

20 Los quemadores de impulsión variable, que pueden incluir o no una lanza de oxígeno para reforzar la flexibilidad, permiten ajustar la longitud de la llama mediante regulación de la velocidad de inyección de los reactivos (comburente y combustible). Los quemadores de impulsión escalonada permiten igualmente que se pueda variar la longitud de la llama independientemente de la potencia de funcionamiento. El combustible más frecuente es un combustible gaseoso.

Los quemadores de impulsión variable que se pueden utilizar ventajosamente en el procedimiento y el horno conforme a la invención, se encuentran descritos en particular en los documentos FR-A-2837916, EP-A-1195557, EP-A-0763692 y EP-A-1016825, a nombre de la misma solicitante, y son comercializados por la solicitante bajo las denominaciones comerciales ALGLASS® VM.

35 Se debe apreciar que, aunque la invención permite realizar una buena cobertura del baño, y por tanto de la carga (materias vitrificables y vidrio fundido) por medio de las dos llamas y un buen perfil térmico con los dos oxi-quemadores montados en la pared corriente arriba, esto no excluye la presencia de otros quemadores y/o inyectores o lanzas de combustible y/o de comburente en la cámara de fusión, y en especial en la zona corriente abajo, y en especial en la zona de afinado en el caso de una cámara de fusión/ afinado.

40 Sin embargo, los dos oxi-quemadores montados en la pared corriente arriba proporcionan, de manera útil, al menos el 80% de la energía de fusión a la cámara. Se prevé proporcionar al menos el 90%, o bien la totalidad de la energía de fusión a la cámara por medio de estos dos oxi-quemadores montados en la pared corriente arriba.

45 Gracias al posicionamiento de los dos oxi-quemadores en la pared corriente arriba, es posible posicionar el al menos un primer intercambiador de calor para el precalentamiento de al menos una parte del comburente de estos oxi-quemadores, esencialmente y con preferencia completamente por detrás de la pared corriente arriba (vista desde el interior de la cámara o situándose por delante de la pared corriente abajo), y limitar así la voluminosidad.

50 El al menos un primer intercambiador de calor situado por detrás de la pared corriente arriba puede ser un intercambiador directo atravesado por los vapores evacuados, y en el que al menos una parte del comburente es precalentado por intercambio térmico con los citados vapores, siendo en este caso los citados vapores el fluido caloportador. Esta solución, aunque sea de un coste razonable, no parece sin embargo aportar un nivel de seguridad suficiente.

55 Con preferencia, el al menos un primer intercambiador situado por detrás de la pared corriente arriba es, con preferencia, un intercambiador indirecto. En este caso, la al menos una parte del comburente se precalienta por intercambio térmico con un fluido caloportador distinto de los vapores, permitiendo a su vez el fluido caloportador que se recupere la energía térmica de los vapores por medio de un segundo intercambio térmico.

60 El intercambio térmico entre la al menos una parte de comburente y el fluido caloportador, y el intercambio térmico entre el fluido caloportador y los vapores, se pueden realizar en un mismo (primer) intercambiador de calor o en dos intercambiadores separados, estando al menos el intercambiador para el intercambio térmico entre el fluido caloportador y el comburente (primer intercambiador) posicionado esencialmente por detrás de la pared corriente abajo.

65 Los documentos US-A-6071116 y US-A-6250916, de la sociedad Air Liquide, describen dispositivos para el intercambio de calor indirecto que pueden ser utilizados ventajosamente en el marco de la presente invención.

Con preferencia, se precalienta igualmente al menos una parte, y con preferencia la totalidad, del combustible con anterioridad a su alimentación a los dos oxi-quemadores en al menos un primer intercambiador de calor situado en el exterior de la cámara, y esencialmente por detrás de la pared corriente abajo. Las consideraciones anteriores concernientes al precalentamiento del comburente se aplican igualmente al precalentamiento del combustible.

5 El procedimiento puede ser llevado a cabo con diversos combustibles. Se prefieren los combustibles gaseosos.

10 La al menos una parte de dicho comburente es precalentada ventajosamente, según se ha descrito en lo que antecede, por intercambio térmico con los vapores evacuados, lo que permite aumentar la fiabilidad y la seguridad del procedimiento.

15 Para aumentar el ahorro energético, es igualmente posible precalentar al menos una parte de dicho combustible por intercambio térmico con un fluido caloportador en el al menos un primer intercambiador de calor, realizándose asimismo este precalentamiento, con preferencia, por intercambio térmico indirecto con los vapores evacuados.

20 El intercambio térmico indirecto puede ser realizado en un único intercambiador de calor en el que un fluido caloportador se calienta por intercambio térmico directo con los vapores evacuados, y el comburente, y eventualmente el combustible, se calientan por intercambio térmico directo con el fluido caloportador así calentado. Sin embargo, es con frecuencia útil efectuar los dos intercambios térmicos directos en dos intercambiadores separados.

25 Así, según una forma de realización del procedimiento, un fluido caloportador, tal como aire o un gas inerte, se calienta por intercambio térmico con al menos una parte de los vapores evacuados en al menos un segundo intercambiador de calor situado en las proximidades de al menos una abertura de evacuación. El fluido caloportador calentado es transportado hacia el al menos un primer intercambiador de calor situado por detrás de la pared corriente arriba donde tiene lugar el precalentamiento de al menos una parte de dicho comburente, y eventualmente de al menos una parte de dicho combustible.

30 Según una forma de realización alternativa del procedimiento, la al menos una parte de los vapores evacuados es arrastrada hacia al menos un segundo intercambiador de calor situado en las proximidades de la pared corriente arriba, pudiendo este al menos un segundo intercambiador de calor estar en particular igualmente posicionado esencialmente por detrás de la pared corriente arriba. Un fluido caloportador, tal como aire o un gas inerte, se precalienta por intercambio térmico con la al menos una parte de los vapores evacuados en el al menos un segundo intercambiador de calor. El fluido caloportador calentado es arrastrado hacia el al menos un primer intercambiador de calor situado por detrás de la pared corriente arriba para el precalentamiento de al menos una parte de dicho comburente y eventualmente al menos una parte de dicho combustible.

35 La presente invención se refiere igualmente a un horno para la fusión de materias vitrificables y a la obtención de vidrio fundido, que permitan realizar el procedimiento descrito en lo que antecede.

40 El horno según la invención incluye una cámara de fusión definida por una pared corriente arriba, una pared corriente abajo, paredes laterales, un suelo y una bóveda, e incluye una zona corriente arriba por el lado de la pared corriente arriba, y una zona corriente abajo por el lado de la pared corriente abajo. Cada cámara tiene una superficie interna inferior o igual a 200 m².

45 El horno de fusión comprende asimismo al menos una abertura de carga de materias vitrificables, situada en la zona corriente arriba, y al menos una abertura de salida de vidrio fundido situada en la zona corriente abajo.

50 El horno según la invención comprende también al menos una abertura de evacuación de vapores y medios para la recuperación de calor desde los vapores evacuados.

55 El horno comprende igualmente dos oxi-quemadores que desembocan en la cámara de fusión a través de la pared corriente arriba, y que están situados a uno y otro lado del plano vertical que comprende el eje longitudinal de la cámara de fusión. Cada uno de estos dos oxi-quemadores está equipado con medios de alimentación de comburente y medios de alimentación de combustible.

60 El horno según la invención se caracteriza especialmente porque los dos oxi-quemadores que desembocan en la cámara de fusión a través de la pared corriente arriba son aptos para proporcionar al menos el 70% de la energía a la cámara de fusión, e incluyen inyectores de comburente y de combustibles de manera que se pueden formar dos llamas en la cámara de combustión según ejes de inyección que se juntan a una distancia d de la pared corriente arriba entre $1/3$ y $3/4$ de la longitud L de la cámara.

La superficie interna de la cámara de fusión es, con preferencia, de 10 a 90 m².

65 Los dos oxi-quemadores están posicionados, con preferencia, simétricamente a uno y otro lado con relación al plano vertical que comprende el eje longitudinal de la cámara de fusión.

Los ejes de inyección de las dos llamas se juntan con preferencia a una distancia d de la pared corriente arriba de aproximadamente los $2/3$ de la longitud L de la cámara (entre $7/12$ y $3/4$ de la longitud L de la cámara).

- 5 Los ejes de inyección de las dos llamas se juntan con preferencia en el plano vertical que comprende el eje longitudinal de la cámara de fusión.

- 10 Los medios de alimentación de comburente están conectados a una fuente de comburente que tiene un contenido de oxígeno de al menos un 70% en volumen. Este contenido en oxígeno es, de manera útil, superior a un 80%. El mismo puede ser, en particular, superior a un 85% en volumen, puede ser con preferencia de al menos un 90% en volumen, de manera más preferente de al menos un 95% en volumen, y aún más de al menos un 99% en volumen.

- 15 Los medios de alimentación de combustible están, con preferencia, conectados a una fuente de combustible gaseoso. Sin embargo, la invención no se limita a los hornos de fusión que funcionan con un combustible gaseoso, sino que incluye igualmente los hornos que funcionan con otros combustibles, tales como combustibles líquidos.

Los dos oxi-quemadores son con preferencia oxi-quemadores escalonados y/o de impulsión variable.

- 20 Los medios para la recuperación de calor de los vapores evacuados incluyen ventajosamente al menos un primer intercambiador de calor, estando el citado al menos un primer intercambiador de calor situado en el exterior de la cámara de fusión y esencialmente por detrás de la pared corriente arriba. Al menos una parte de los medios de alimentación de comburente están conectados al citado al menos un intercambiador de calor, con el fin de permitir el precalentamiento de al menos una parte del combustible por intercambio térmico con un fluido caloportador.

- 25 De manera ventajosa, al menos una parte de los medios de alimentación de combustible están conectados a dicho al menos un primer intercambiador de calor, con el fin de permitir el precalentamiento de al menos una parte del combustible por intercambio térmico con un fluido caloportador.

- 30 El al menos un primer intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor directo o indirecto.

Siguiendo una forma de realización que permite el precalentamiento indirecto de al menos una parte del comburente, y eventualmente también de al menos una parte del combustible, el horno comprende igualmente:

- 35 - al menos un segundo intercambiador de calor situado en las proximidades de la al menos una abertura de evacuación de vapores para el calentamiento de un fluido caloportador por intercambio térmico con al menos una parte de los vapores evacuados,

- 40 - conductos que permiten transportar el fluido caloportador calentado hacia el al menos un primer intercambiador de calor situado por detrás de la pared corriente arriba.

Según una forma de realización alternativa, el horno comprende:

- 45 - al menos un segundo intercambiador de calor situado en las proximidades de la pared corriente arriba para el calentamiento de un fluido caloportador por intercambio térmico con al menos una parte de los vapores evacuados,

- conductos que permiten transportar la al menos una parte de los vapores evacuados desde la abertura de evacuación hacia el al menos un segundo intercambiador de calor,

- 50 - conductos que permiten transportar el fluido caloportador caliente hacia el al menos un primer intercambiador de calor situado por detrás de la pared corriente arriba.

El horno de fusión es, de forma útil, un horno para la fabricación de vidrio hueco y de vidrio para cristalería, destinado a alimentar máquinas de conformación de vidrio fundido.

- 55 La invención se ilustra en lo que sigue mediante un ejemplo específico de puesta en práctica de la invención, haciendo referencia a la figura, la cual es una representación esquemática de un corte transversal de un horno de fusión de acuerdo con la invención.

- 60 Según se ha ilustrado en la figura, la cámara de fusión, que es una cámara de fusión/afinado, presenta una longitud L y una anchura I . La cámara está equipada con dos oxi-quemadores 7 de combustión escalonada que desembocan en la cámara de fusión a través de la pared corriente arriba. Los citados oxi-quemadores están posicionados simétricamente a uno y otro lado del plano vertical que incluye el eje longitudinal X-X de la cámara.

- 65 Cada uno de los dos oxi-quemadores comprende un bloque de materia refractaria que incluye un primer paso para la inyección de combustible, un paso de sección anular alrededor de dicho primer paso para la inyección del comburente primario, denominado "de enfundado", pasos a poca distancia del primer paso para la inyección de

comburente secundario, y a mayor distancia del primer paso, otros pasos para la inyección del comburente secundario.

5 La sociedad solicitante comercializa, bajo la denominación comercial ALGLASS® SUN, quemadores que incluyen dos bloques refractarios, incluyendo cada bloque pasos de combustible y de comburente tales como los descritos en lo que antecede, y siendo por tanto aptos para ser utilizados como uno de los dos oxi-quemadores de acuerdo con la invención. En ese caso se considerará, en el contexto de la presente invención, que cada uno de los dos bloques constituye en sí mismo un solo oxi-quemador.

10 La abertura de evacuación de los vapores está situada en la pared corriente abajo.

Los vapores evacuados son arrastrados hacia el recuperador de vapores/ aire, o segundo intercambiador de calor 1, situado en las proximidades de la abertura de evacuación. En este segundo intercambiador de calor, el aire, utilizado como fluido caloportador, es calentado por intercambio térmico con los vapores evacuados.

15 El aire caliente así obtenido es arrastrado por los conductos 2 hacia los dos primeros intercambiadores de calor 3 y 4, posicionados por detrás de la pared corriente arriba.

20 En el intercambiador de aire/ oxígeno 3, el comburente oxígeno es precalentado por intercambio térmico con el aire caliente con anterioridad a ser arrastrado por la conexión de oxígeno hacia los dos oxi-quemadores 7.

En el intercambiador aire/ gas natural 4, el combustible gas natural es precalentado por intercambio térmico con el aire precalentado antes de ser arrastrado por la conexión de gas natural hacia los oxi-quemadores 7.

25 Los dos oxi-quemadores 7 están orientados de manera que los ejes de inyección de las llamas de los dos quemadores se juntan en un punto de intersección situado en el plano vertical que comprende el eje longitudinal X-X de la cámara, con el fin de crear un punto caliente.

30 El ángulo α de los citados quemadores se elige en función de la localización deseada para el punto caliente. Por ejemplo, para un punto caliente situado a una distancia $d = 2 \times L/3$, $\tan \alpha = 1/(2 \times d) = 3 \times 1/(4 \times L)$.

Según un ejemplo del procedimiento y del horno conforme a la presente invención, la cámara de fusión tiene una longitud de 9 m y una anchura de 4,5 m.

35 Los parámetros de este procedimiento se proporcionan en la tabla siguiente:

Vapores	Composición:	37% en vol. CO ₂ , 50% en vol. H ₂ O, 9% en vol. N ₂ , 5% en vol. O ₂
	Temperatura:	1350 °C a 1450 °C
	Caudal:	< 20000 Nm ³ /h
Comburente	Composición:	Oxígeno (> 90% en vol.)
	Temperatura de precalentamiento:	550 °C
Combustible (gas natural)	Composición:	Gas natural
	Temperatura de precalentamiento:	450 °C
Fluido caloportador	Composición:	Aire

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la obtención de vidrio fundido por fusión de materias vitrificables en una cámara de fusión definida por una pared corriente arriba, una pared corriente abajo, paredes laterales, un suelo y una bóveda, y que tiene una superficie interior inferior o igual a 200 m^2 , con preferencia de 10 a 90 m^2 , incluyendo la citada cámara una zona corriente arriba por el lado de la pared corriente arriba, una zona corriente abajo por el lado de la pared corriente abajo, y que tiene un eje longitudinal que se extiende entre la pared corriente arriba y la pared corriente abajo, procedimiento en el que:
- 5
- 10 - se cargan las materias vitrificables en la zona corriente arriba,
- se funden las materias vitrificables con obtención de vidrio fundido proporcionando energía de fusión a la cámara de fusión, siendo al menos una parte de la energía de fusión proporcionada al alimentar dos oxi-quemadores (7) con combustible y comburente, teniendo el citado comburente un contenido en oxígeno de al menos un 70% en volumen, y con preferencia al menos un 80% en volumen, e inyectando el combustible y el comburente en la cámara de fusión por medio de los dos citados oxi-quemadores (7) con el fin de crear dos llamas que presentan un eje de inyección y vapores, desembocando los dos oxi-quemadores en la cámara de fusión a través de la pared corriente arriba y estando situados a uno y otro lado del plano vertical que comprende el eje longitudinal (X-X) de la cámara de fusión,
- 15
- 20 - se evacua el vidrio fundido a la zona corriente abajo, y
- se evacuan los vapores de la cámara de fusión a través de al menos una abertura de evacuación de vapores,
- 25 y en el que los ejes de inyección de las dos llamas se juntan, con preferencia en el plano vertical que comprende el eje longitudinal (X-X) de la cámara de fusión, a una distancia d de la pared corriente arriba entre $1/3$ y $3/4$ de la longitud L de la cámara de fusión, con preferencia a alrededor de los $2/3$ de la longitud de la cámara de fusión;
- 30 caracterizado porque al menos el 70% de la energía de fusión es proporcionada por los dos citados oxi-quemadores (7).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se transporta al menos una parte de los vapores evacuados hacia medios de recuperación de calor (1, 3, 4) y se precalienta al menos una parte del comburente en los medios de recuperación de calor (1, 3, 4) con anterioridad a su alimentación a los dos oxi-quemadores (7).
- 35
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, en el que los medios de recuperación de calor (1, 3, 4) incluyen al menos un primer intercambiador de calor (3, 4) situado en el exterior de la cámara de fusión y esencialmente por detrás de la pared corriente arriba.
- 40
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, en el que se precalienta al menos una parte del comburente por intercambio térmico con un fluido caloportador en el al menos un primer intercambiador de calor (3, 4) con anterioridad a su alimentación a los dos oxi-quemadores (7).
- 45
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, en el que se calienta el fluido caloportador por intercambio térmico con al menos una parte de los vapores evacuados en al menos un segundo intercambiador de calor (1) situado en las proximidades de la al menos una abertura de evacuación, y se arrastra el fluido caloportador calentado hacia el al menos un primer intercambiador de calor (3, 4) situado por detrás de la pared corriente arriba para el precalentamiento de al menos una parte de dicho comburente y eventualmente de al menos una parte de dicho combustible.
- 50
- 6.- Procedimiento según la reivindicación 4, en el que se arrastra al menos una parte de los vapores evacuados hacia al menos un segundo intercambiador de calor situado en las proximidades de la pared corriente arriba, se calienta el fluido caloportador por intercambio térmico con la al menos una parte de los vapores evacuados en el al menos un segundo intercambiador de calor, se arrastra el fluido caloportador calentado hacia el al menos un primer intercambiador de calor (3, 4) situado por detrás de la pared corriente arriba para el precalentamiento de al menos una parte de dicho comburente y eventualmente una parte de dicho combustible.
- 55
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los dos oxi-quemadores (7) están posicionados simétricamente a uno y otro lado con relación al plano vertical que comprende el eje longitudinal (X-X) de la cámara de fusión.
- 60
- 8.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el comburente tiene un contenido de oxígeno de al menos un 85% en volumen, con preferencia al menos un 90% en volumen, y aún con más preferencia de al menos un 95% en volumen.
- 65
- 9.- Horno de fusión de materias vitrificables, que incluye:

- 5 - una cámara de fusión definida por una pared corriente arriba, una pared corriente abajo, paredes laterales, un suelo y una bóveda, y que incluye una zona corriente arriba por el lado de la pared corriente arriba y una zona corriente abajo por el lado de la pared corriente abajo, incluyendo la citada cámara de fusión una superficie inferior o igual a 200 m², y con preferencia de 10 a 90 m², y que tiene un eje longitudinal que se extiende entre la pared corriente arriba y la pared corriente abajo,
- 10 - al menos una abertura de carga de materias vitrificables situada en la zona corriente arriba,
- 10 - al menos una abertura de salida de vidrio fundido situada en la zona corriente abajo,
- al menos una abertura de evacuación de vapores, y
- 15 - dos oxi-quemadores (7) que desembocan en la cámara de fusión a través de la pared corriente arriba y situados a uno y otro lado del plano vertical que comprende el eje longitudinal (X-X) de la cámara de fusión, estando cada oxi-quemador (7) equipado con medios de alimentación de comburente y medios de alimentación de combustible;
- 20 incluyendo los dos oxi-quemadores inyectores de comburente e inyectores de combustible de manera que se pueden formar dos llamas en la cámara de fusión según ejes de inyección que se juntan, con preferencia, en el plano vertical que comprende el eje longitudinal de la cámara de fusión, a una distancia d de la pared corriente arriba de entre 1/3 y 3/4 de la longitud de la cámara, con preferencia de alrededor de los 2/3 de la longitud de la cámara, estando el citado horno caracterizado porque los dos oxi-quemadores (7) están capacitados para proporcionar al menos un 70% de la energía a la cámara de fusión.
- 25 10.- Horno según la reivindicación 9, en el que los dos oxi-quemadores (7) están posicionados simétricamente a uno y otro lado con relación al plano vertical que comprende el eje longitudinal (X-X) de la cámara de fusión.
- 30 11.- Horno según una de las reivindicaciones 9 y 10, en el que los medios de alimentación de comburente están conectados a una fuente de comburente que tiene un contenido de oxígeno de al menos un 70% en volumen, con preferencia superior a un 80%, incluso más preferentemente superior a un 85% en volumen, y más preferentemente aún de al menos un 90% en volumen.
- 35 12.- Horno según una de las reivindicaciones 9 a 11, que incluye medios (1, 3, 4) para la recuperación de calor desde los vapores evacuados, incluyendo los citados medios (1, 3, 4) para la recuperación de calor desde los vapores evacuados al menos un primer intercambiador de calor (3, 4), estando el citado al menos un primer intercambiador de calor (3, 4) situado en el exterior de la cámara y esencialmente por detrás de la pared corriente arriba.
- 40 13.- Horno según la reivindicación 12, en el que los medios de alimentación de comburente están conectados a dicho al menos un primer intercambiador de calor (3) de manera que permiten el precalentamiento de al menos una parte del comburente por intercambio térmico con un fluido caloportador.
- 45 14.- Horno según la reivindicación 13, que incluye:
- 45 - al menos un segundo intercambiador de calor (1) situado en las proximidades de la al menos una abertura de evacuación de vapores para el calentamiento de un fluido caloportador por intercambio térmico con al menos una parte de los vapores evacuados,
- 50 - conductos (2) que permiten arrastrar el fluido caloportador calentado hacia el al menos un primer intercambiador de calor (3, 4) situado por detrás de la pared corriente arriba.
- 55 15.- Horno según la reivindicación 13, que incluye:
- 55 - al menos un segundo intercambiador de calor situado en las proximidades de la pared corriente arriba, para el calentamiento de un fluido caloportador por intercambio térmico con al menos una parte de los vapores evacuados,
- conductos que permiten arrastrar la al menos una parte de los vapores evacuados desde la abertura de evacuación hacia el al menos un segundo intercambiador de calor,
- 60 - conductos que permiten arrastrar el fluido caloportador calentado hacia el al menos un primer intercambiador de calor (3, 4) situado por detrás de la pared corriente arriba.

