



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 797**

51 Int. Cl.:  
**B01F 3/02** (2006.01)  
**B01F 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06008568 .5**  
96 Fecha de presentación : **25.04.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1726355**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.11.2006**

54 Título: **Mezclador de gas-gas.**

30 Prioridad: **04.05.2005 DE 10 2005 020 942**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.10.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.10.2011**

73 Titular/es: **LINDE AG.**  
**Klosterhofstrasse 1**  
**80331 München, DE**

72 Inventor/es: **Obermeyer, Heinz-Dieter;**  
**Ranke, Harald;**  
**Reinhardt, Hans-Jürgen y**  
**Wellenhofer, Anton**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 366 797 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

Mezclador de gas-gas.

5 La invención concierne a un procedimiento para mezclar un primer gas y un segundo gas, en el que se conduce una corriente de un primer gas en una tubería principal y se conduce el segundo gas a través de una tubería de alimentación hasta una cabeza de tobera y se le divide en varias corrientes parciales. Asimismo, la invención se refiere a un dispositivo para mezclar un primer gas y un segundo gas, que comprende una tubería principal para conducir el primer gas, una tubería de alimentación para el segundo gas, extendiéndose la tubería de alimentación hasta el interior de la tubería principal y discurriendo en su extremo en dirección sustancialmente paralela al eje de simetría de la tubería principal, y una cabeza de tobera que está unida en su extremo trasero con la tubería de alimentación, poseyendo la cabeza de tobera unos canales de salida para el segundo gas.

10 En muchos procesos de oxidación en reactores químicos se utiliza aire enriquecido con oxígeno en calidad de oxidante. El oxígeno se inyecta para ello por medio de un inyector en la corriente de aire, teniendo que conseguirse una distribución lo más uniforme posible del oxígeno en la corriente de aire. En caso contrario, unas concentraciones de oxígeno localmente elevadas podrían conducir durante la reacción química subsiguiente a excesivas elevaciones locales de la temperatura, los llamados "hot spots" (puntos calientes), que puedan repercutir negativamente sobre la reacción que se debe realizar o que incluso pueden conducir a daños en el reactor.

15 En el documento EP 0 474 524 B1 se propone un dispositivo para medir dos corrientes de gas. A una corriente principal de un primer gas que circula en un tramo de canal se le alimenta un segundo gas a través de una tubería de alimentación. El extremo de expulsión de la tubería de alimentación para el segundo gas se extiende coaxialmente al eje del tramo del canal y está provisto de canales de salida dirigidos radialmente hacia fuera. Asimismo, están previstas unas chapas deflectoras, de modo que se genera un movimiento de rotación del segundo gas introducido en torno al eje del tramo de canal.

20 El documento US 4 674 888 revela un inyector de gas para uso en un aparato mezclador con un gran número de elementos mezcladores. El inyector es de material poroso y garantiza un flujo uniforme de burbujas de gas microscópicas a través de la sección transversal del aparato mezclador.

25 El documento DE 15 57 253 revela un dispositivo para producir un mezclado homogéneo de dos medios fluidos, como, por ejemplo, dos líquidos o dos gases, y se refiere especialmente a un dispositivo para producir un mezclado íntimo de dos medios fluidos en el mismo estado físico empleando la energía que se desarrolla cuando se ponen juntos los medios fluidos con presiones diferentes.

30 El documento DE 37 28 557 revela un procedimiento y un dispositivo en los que se consigue de manera sencilla una distribución uniforme de amoníaco en una corriente de gas caliente portadora de NO<sub>x</sub>. A este fin, se inyecta directamente y bajo presión el amoníaco en estado de agregación líquido en la corriente de gas caliente.

El problema de la presente invención consiste en desarrollar un procedimiento y un dispositivo de la clase citada al principio, que proporcionen un mezclado lo más homogéneo posible de los dos gases reunidos.

35 Este problema se resuelve por medio de un procedimiento para mezclar un primer gas y un segundo gas, en el que se conduce una corriente de un primer gas en una tubería principal y se conduce el segundo gas hasta una cabeza de tobera a través de una tubería de alimentación y se le divide en varias corrientes parciales, introduciéndose al menos una parte de las corrientes parciales en el primer gas bajo un ángulo comprendido entre 15° y 75° en sentido contrario a la dirección de flujo del primer gas.

40 El dispositivo según la invención de la clase citada al principio se caracteriza porque los canales de salida están inclinados bajo un ángulo comprendido entre 15 y 75° con respecto al eje de simetría de la tubería principal.

45 Según la invención, los canales de salida están inclinados en un ángulo comprendido entre 15° y 75°, preferiblemente de 30° a 60° y de manera especialmente preferida en un ángulo comprendido entre 40° y 50° con respecto al eje de simetría de la tubería principal. Los canales de salida están dirigidos aquí en sentido contrario a la dirección de flujo del primer gas. Gracias a canales de salida dirigidos oblicuamente en sentido contrario al flujo principal del primer gas se consigue que el segundo gas eyectado penetre ampliamente en el flujo principal y al mismo tiempo se mezcle bien con este flujo principal. Debido a la eyección oblicua del segundo gas se genera un trayecto de mezclado prolongado, con lo que el segundo gas avanza hasta el flujo marginal laminar del primer gas y se mezcla también con éste.

50 La cabeza de tobera posee varios canales de salida para el segundo gas. Preferiblemente, los canales de salida están contruidos de modo que no se imprima un flujo vorticial al gas saliente. Se ha visto que los dos gases se mezclan homogéneamente cuando el gas alimentado a través de la tubería de alimentación sale de la cabeza de tobera en línea recta y no realiza ningún movimiento de rotación.

Preferiblemente, la tubería de alimentación para el segundo gas y la cabeza de tobera se configuran de modo que

éstas poseen una forma aerodinámica sin tendencia a la producción de ruido de tableteo. Esto se consigue debido a que el extremo delantero de la cabeza de tobera es de construcción redondeada, de modo que éste no experimenta ningún empuje ascensional en el flujo del primer gas y conserva una posición estable. Además, con esta conformación se reduce la resistencia al flujo.

- 5 El extremo delantero de la cabeza de tobera posee preferiblemente un perfil elíptico, parabólico o semiesférico. Gracias a esta conformación se tiene que, por un lado, se reduce netamente la resistencia al flujo y, por otro, se asegura que la cabeza de tobera no experimente ningún empuje ascensional en el flujo principal del primer gas y se reduzca así la tendencia al tableteo de la cabeza de tobera. Sin embargo, según el caso de aplicación, puede ser también favorable construir en forma plana el extremo delantero de la cabeza de tobera.
- 10 En el extremo trasero de la cabeza de tobera la transición a la tubería de alimentación se efectúa preferiblemente con arista viva, siendo el diámetro de la cabeza de tobera en este sitio mayor que el de la tubería de alimentación. Por tanto, la transición actúa como una arista de desprendimiento. Preferiblemente, el diámetro de la tubería de alimentación en el sitio de unión con la cabeza de tobera asciende como máximo a un 90% del diámetro del extremo trasero de la cabeza de tobera. Preferiblemente, el ángulo entre el lado exterior de la cabeza de tobera y la transición a la tubería de alimentación está comprendido entre 30° y 90°.

Ventajosamente, la tubería de alimentación se extiende hasta el eje de simetría de la tubería principal y el eje de simetría de la cabeza de tobera discurre coaxialmente con el eje de simetría de la tubería principal.

- 20 Para lograr un entremezclado óptimo de los dos gases, todos los canales de salida tienen que ser recorridos uniformemente por la corriente. Se ha visto que esto puede conseguirse mediante una distribución uniforme de los canales de salida en una fila por todo el perímetro de la cabeza de tobera. Preferiblemente, las aberturas de salida de los canales de salida se encuentran en el tercio trasero de la cabeza de tobera. En esta zona se ha configurado ya un flujo definido debido al perfilado de la cabeza de tobera.

- 25 Sin embargo, es posible también inyectar el segundo gas en el flujo principal del primer gas a través de varias filas de canales de salida en la cabeza de tobera. Asimismo, se ha visto que es favorable prever un canal de salida central situado sobre el eje de simetría de la tubería principal, desde el cual salga una parte del segundo gas en sentido contrario a la dirección de flujo del primer gas.

- 30 Debido a la cabeza de tobera se provoca en la tubería principal para el primer gas una resistencia determinada al flujo. Se ha visto a este respecto que se forma un buen flujo en la tubería principal cuando el diámetro del extremo trasero de la cabeza de tobera, es decir, el diámetro máximo de la cabeza de tobera, es de 0,15 a 0,3 veces el diámetro de la tubería principal.

- 35 Las superficies de la sección transversal de los canales de salida se eligen pequeñas en relación con la superficie de la sección transversal de la tubería de alimentación. Recíprocamente, la resistencia al flujo en los canales de salida es así grande en comparación con la resistencia al flujo en la tubería de alimentación y unas eventuales fluctuaciones de presión en el gas alimentado por la tubería de alimentación no tienen ninguna repercusión o solo repercuten insignificadamente sobre el caudal a través de los canales de salida.

- La velocidad de salida del segundo gas deberá estar netamente por debajo de la velocidad del sonido para excluir un comportamiento inestacionario fuertemente compresible. Preferiblemente, se elige una velocidad de salida inferior a la mitad de la velocidad del sonido. Las velocidades de salida adecuadas están, en condiciones atmosféricas, en el intervalo comprendido entre 50 m/s y 150 m/s, preferiblemente entre 70 m/s y 100 m/s.

- 40 La regulación del segundo gas se efectúa preferiblemente solo por medio de una regulación de toda la corriente de segundo gas alimentada por la tubería de alimentación. No se regulan por separado los distintos chorros individuales del segundo gas que salen por los respectivos canales de salida.

- 45 La invención es adecuada especialmente para el enriquecimiento con oxígeno de una corriente de aire. El aire enriquecido con oxígeno se utiliza ventajosamente en numerosos procesos de oxidación en la industria química, tal como, por ejemplo, en refinerías, en procedimientos Claus o FCC (Fluid Catalytic Cracking = craqueo catalítico de fluido). La corriente de aire se conduce en este caso a través de la tubería principal y se inyecta oxígeno en la corriente de aire a través de la tubería de alimentación y la cabeza de tobera.

- 50 Se ha visto que, según la invención, se pueden establecer relaciones de mezclado del segundo gas con el primer gas comprendida entre 1 a 50 a 1 a 3, y que se pueden enriquecer con oxígeno corrientes de aire de hasta 200.000 m<sup>3</sup>/h. El campo de aplicación preferido de la invención concierne a la adición de un segundo gas a una corriente de un primer gas, estando comprendida la corriente del primer gas entre 1000 m<sup>3</sup>/h y 200.000 m<sup>3</sup>/h y de manera especialmente preferida entre 5000 m<sup>3</sup>/h y 100.000 m<sup>3</sup>/h.

El dispositivo según la invención es pequeño y robusto y puede incorporarse rápidamente en una tubería. Preferiblemente, se han previsto para ello unas bridas correspondientes.

En lo que sigue se explican con más pormenor la invención y otros detalles de la misma ayudándose del ejemplo de realización representado en el dibujo. En éste muestra:

La figura, un dispositivo según la invención para enriquecer una corriente principal con un segundo gas, especialmente para enriquecer una corriente de aire con oxígeno.

5 En la tubería principal 1 conductora de aire está soldado un racor 3 con bridas 2. La corriente de aire 15 discurre de derecha a izquierda en la figura. En la tubería principal 1 penetra radialmente a través del racor 3 una tubería de alimentación 4 a través de la cual se puede alimentar oxígeno al aire que circula en la tubería principal 1. La tubería de alimentación 4 se extiende hasta el eje de simetría 5 de la tubería principal 1, luego forma un codo y termina coaxialmente con el eje de simetría 5.

10 Con la tubería de alimentación 4 está unida una cabeza de tobera 6. La cabeza de tobera 6 está elípticamente redondeada en su extremo delantero 7 alejado de la tubería de alimentación 4. En el extremo trasero 8 de la cabeza de tobera 6 está configurada en forma de escalón y con arista viva la transición a la tubería de alimentación 4. En lugar de la transición en forma de escalón representada en la figura, con un ángulo de 90° entre el lado exterior de la cabeza de tobera 6 y su lado posterior, son posibles también transiciones con ángulos comprendidos entre 30° y 90°, preferiblemente de 45°.

15 El extremo delantero de la tubería de alimentación 4 vuelto hacia la cabeza de tobera 6 posee un diámetro 9 que asciende a un 90% del diámetro trasero 10 de la cabeza de tobera 6.

20 El diámetro máximo 10 de la cabeza de tobera 6 es de 0,15 a 0,3 veces el diámetro interior de la tubería principal 1 para mantener pequeña la resistencia para el aire circulante y garantizar una estabilidad suficiente de la cabeza de tobera 6.

Gracias a la disposición y conformación de la cabeza de tobera 6 se configura un flujo de aire uniforme alrededor de la cabeza de tobera 6. Se minimizan el empuje ascensional de la cabeza de tobera 6 en la corriente de aire y la tendencia de la tubería de la alimentación 4 la cabeza de tobera 6 a producir un ruido de tableteo en el flujo de aire.

25 El interior de la cabeza de tobera 6 está provisto de una cámara central 11 que está abierta hacia la tubería de alimentación 4. Un taladro 12 que discurre coaxialmente con el eje de simetría 5 y varios canales de salida 13 que discurren bajo un ángulo de 45° con el eje de simetría 5 parten de la cámara central 11. Las aberturas de salida de los canales de salida 13 se encuentran sobre un círculo situado sobre la superficie envolvente de la cabeza de tobera 6.

30 Los canales de salida 13 se han taladrado desde fuera en la cabeza de tobera 6 y se han desbarbado todos ellos en su extremo exterior. Los taladros para los canales de salida 13 discurren en línea recta a través del cuerpo de la cabeza de tobera 6.

35 Las superficies de la sección transversal de los canales de salida 13 y del taladro central 12 son pequeñas en comparación con la superficie de la sección transversal de la tubería de alimentación 4. Preferiblemente, la relación de la superficie de la sección transversal de un canal de salida 13 con la de la tubería de alimentación 4 asciende a menos de un 2%. Gracias a esta forma de realización se asegura que la resistencia al flujo en un canal de salida 13 sea grande en comparación con la resistencia al flujo de la tubería de alimentación 4. Las fluctuaciones de presión en la corriente de oxígeno 14 alimentada por la tubería de alimentación 4 y las fluctuaciones de presión en el aire 15 circulante en la tubería principal 3 no tienen así ninguna repercusión o solo repercuten en grado poco importante sobre el caudal de oxígeno a través de los canales de salida 13.

40 La velocidad del oxígeno 16 que sale por los canales de salida 13 asciende preferiblemente a menos de un 50% de la velocidad del sonido para evitar condiciones de flujo no estacionarios.

45 Además, los canales de salida 12, 13 se han taladrado en línea recta a través de la cabeza de tobera 6, de modo que el oxígeno que sale por los canales de salida 12, 13 no experimentan vórtices de ninguna clase. Se impide así la formación de torbellinos en los que no se mezcla oxígeno. Gracias a la dirección de salida 16 de 45° con respecto al flujo de aire 15 se asegura una amplia penetración de los chorros de mezcla 16 en la corriente de aire 15. La corriente mixta avanza hasta las capas de flujo laminar en el borde de la tubería principal 1 y se entremezcla con el aire.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para mezclar un primer gas y un segundo gas, en el que se conduce una corriente (15) de un primer gas en una tubería principal (1) y se conduce el segundo gas hacia una cabeza de tobera (6) a través de una tubería de alimentación (4) y se le divide en varias corrientes parciales (16), **caracterizado** porque al menos una parte de las corrientes parciales (16) se introduce en el primer gas bajo un ángulo comprendido entre 15° y 75° en sentido contrario a la dirección de flujo (15) del primer gas.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque todas las corrientes parciales (16) se introducen en el primer gas bajo un ángulo comprendido entre 15° y 75° en sentido contrario a la dirección de flujo (15) del primer gas.
- 10 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque las corrientes parciales (16) no presentan ninguna componente de movimiento de rotación.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el primer gas es aire y el segundo gas es oxígeno.
- 15 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la corriente (15) del primer gas está comprendida entre 1000 m<sup>3</sup>/h y 200.000 m<sup>3</sup>/h, preferiblemente entre 5000 m<sup>3</sup>/h y 100.000 m<sup>3</sup>/h.
6. Dispositivo para mezclar un primer gas y un segundo gas, que comprende
- una tubería principal (1) para conducir el primer gas,
  - una tubería de alimentación (4) para el segundo gas, extendiéndose la tubería de alimentación (4) hasta el interior de la tubería principal (1) y discurriendo en su extremo en dirección sustancialmente paralela al eje de simetría (5) de la tubería principal (1), y
  - una cabeza de tobera (6) que está unida en su extremo trasero (8) con la tubería de alimentación (4),
  - poseyendo la cabeza de tobera (6) unos canales de salida (13) para el segundo gas,
- caracterizado** porque
- 25 los canales de salida (13) están inclinados en un ángulo comprendido entre 15° y 75° con respecto al eje de simetría (5) de la tubería principal (1).
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el diámetro (10) del extremo trasero (8) de la cabeza de tobera (6) es mayor que el diámetro (9) de la tubería de alimentación (4) y la transición del extremo trasero (8) de la cabeza de tobera (6) a la tubería de alimentación (4) se efectúa con arista viva.
- 30 8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado** porque el extremo delantero (7) de la cabeza de tobera (6) que queda enfrente del extremo trasero (8) está redondeado.
9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el extremo delantero (7) de la cabeza de tobera (6) posee un perfil elíptico, parabólico o semiesférico.
10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado** porque el diámetro (9) de la tubería de alimentación (4) asciende a lo sumo a 0,9 veces el diámetro (10) del extremo trasero (8) de la cabeza de tobera (6).
- 35 11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado** porque el diámetro (10) del extremo trasero (8) de la cabeza de tobera (6) es de 0,1 a 0,3 veces el diámetro (9) de la tubería principal (1).
12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizado** porque la cabeza de tobera (6) presenta un canal de salida central (12) situado sobre el eje de simetría (5) de la tubería principal (1).

Fig.

