

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 097**

51 Int. Cl.:

C02F 11/06 (2006.01)

F23G 7/04 (2006.01)

C02F 1/36 (2006.01)

C02F 1/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2010** **E 10781700 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015** **EP 2504285**

54 Título: **Procedimiento para la incineración de sustancias residuales**

30 Prioridad:

24.11.2009 DE 102009054312

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

17.04.2015

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

GROSS, GERHARD

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 534 097 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

Procedimiento para la incineración de sustancias residuales

La presente invención se refiere a un procedimiento para la incineración de una sustancia residual. La invención se utiliza particularmente en la incineración de líquidos contaminados, que no pueden ser desechados en una instalación de depuración.

Los líquidos que están contaminados con componentes inorgánicos y orgánicos, y en los que no es posible un reciclado o un desecho en instalaciones de depuración debido a una biodegradabilidad mala, tienen que ser desechados térmicamente mediante reacciones de incineración. Habitualmente este tipo de residuos se incineran con aire como medio de oxidación en una llama auxiliar. Para ello se lleva el líquido contaminado mediante pulverización y vaporizado a la fase gaseosa, se mezcla con aire y se calienta a temperaturas entre 850°C y 1400°C. Las sustancias orgánicas se oxidan en este caso completamente dando lugar a CO₂ y H₂O, y el azufre a SO₂. Como productos se obtienen sustancias inorgánicas inertes, que se presentan en forma de polvo o en una fase líquida. Aunque las reacciones de la mayoría de los componentes se producen principalmente de manera exotérmica, la incineración en su mayor parte no es autotérmica debido a las altas y a menudo oscilantes concentraciones de agua, esto quiere decir, que se necesitan sustancias combustibles auxiliares adicionales. Habitualmente estos líquidos se incineran por lo tanto en instalaciones de monocombustión con hornos dispuestos verticalmente fijos, que pueden alimentarse desde arriba.

Dado que los líquidos contaminados están ensuciados habitualmente con sustancias sólidas y/o productos polimerizables, se utilizan para la inyección de los líquidos ensuciados boquillas pulverizadoras mezcladoras en el interior y mezcladoras en el exterior con una sección transversal de boquilla grande. Como medio pulverizador se utiliza por norma aire o vapor. Al utilizar pulverizadores de presión o de vapor, se pulveriza el líquido en gotas con diámetros de entre 200 µm y 400 µm. Este diámetro relativamente grande de las gotas es desventajoso, dado que se necesita un periodo de permanencia más largo en la llama para la evaporación completa. Al utilizar vapor como medio pulverizador, éste puede representar hasta un 10% del volumen del gas de combustión y se obstaculiza la reacción de la llama con el oxígeno. No se utilizan boquillas pulverizadoras de solo presión, dado que éstas tienden a atascos debido a las sustancias sólidas en los líquidos contaminados.

Debido a las contaminaciones en los líquidos, el gas de combustión del proceso de incineración también está contaminado con sustancias en forma de polvo y de gas, como por ejemplo SO₂, Cl, CO, NO_x, que tienen que retirarse de manera laboriosa del gas de combustión. La refrigeración y purificación laboriosa del gas de combustión es decisivamente responsable de los altos costes de funcionamiento de las instalaciones de incineración. El volumen del gas de combustión que se genera es por lo tanto el factor limitador del proceso de incineración.

Es conocido suministrar oxígeno al proceso de incineración para aumentar la eficiencia del proceso de incineración manteniendo un volumen de gas de combustión igual, reduciéndose la proporción de nitrógeno en el gas de combustión y aumentándose la proporción de los otros componentes del gas de combustión, como dióxido de carbono, vapor de agua y dióxido de azufre. Un aumento del contenido de oxígeno tiene no obstante también como consecuencia, un aumento de la temperatura de la incineración, para la cual no están configuradas a menudo las instalaciones de incineración. La proporción de monóxido de carbono se reduce debido al aumento de la temperatura, ya que éste se oxida completamente. Además de ello, debido al aumento de la temperatura aumenta de manera desventajosa la proporción de óxido de nitrógeno. El oxígeno adicional se introduce en la cámara de combustión mediante el enriquecimiento del aire de incineración, debido a la inyección directa en la llama o el espacio de reacción, o mediante quemadores de oxígeno separados.

Del documento DE 2506438 A1 se conoce un procedimiento para la disociación térmica de ácido sulfúrico residual. En este caso se describe que el ácido sulfúrico se inyecta en un campo ultrasónico y se transforma mediante la formación de un gas con contenido de SO₂. Este procedimiento no ha podido imponerse en el mercado debido a problemas de materiales y al alto esfuerzo técnico necesario para su realización, que conduce a una alta intensidad de mantenimiento y a duraciones reducidas.

Del documento DE 2548110 A1 se conoce un procedimiento para incinerar sustancias residuales líquidas, en el que se suministran aire comprimido y la sustancia residual a través de un pulverizador de ultrasonidos a una incineración.

La tarea de la invención es por lo tanto, solucionar al menos parcialmente los problemas descritos en relación con el estado de la técnica, e indicar particularmente un procedimiento que aumente la eficiencia de una incineración de líquidos sin que aumente el volumen del gas de combustión.

Estas tareas se solucionan con un procedimiento según las características de la reivindicación independiente. Otras configuraciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones formuladas independientemente. Las características indicadas individualmente en las reivindicaciones pueden combinarse entre sí de cualquier manera

tecnológicamente razonable y pueden complementarse mediante supuestos explicativos de la descripción, indicándose otras variantes de realización de la invención.

El procedimiento según la invención para la incineración de una sustancia residual líquida, se caracteriza por que se suministran un medio de funcionamiento con un contenido de oxígeno de más de un 90% en volumen (% en volumen), preferiblemente oxígeno técnicamente puro, y la sustancia residual de la incineración a través de al menos un pulverizador de ultrasonidos. Mediante el medio de funcionamiento se generan ondas de ultrasonidos y la sustancia residual se pulveriza finamente. El medio de funcionamiento tiene por lo tanto dos funciones. Por un lado genera ondas de ultrasonidos, que pulverizan la sustancia residual en gotas finas, que presentan un diámetro de entre 50 µm y 100 µm, de manera que se produce una superficie total mayor de la sustancia residual. Por otro lado, el medio de funcionamiento (oxígeno técnicamente puro) está a disposición como componente de reacción de la sustancia residual pulverizada finamente. El proceso de incineración puede llevarse a cabo de esta manera de forma más eficiente. El procedimiento según la invención proporciona a un proceso de incineración gotas de la sustancia residual a incinerar con un diámetro más pequeño y un gas con una proporción de oxígeno mayor, sin aumentar la temperatura del proceso de incineración, ni el volumen del gas de combustión, ni la emisión de óxidos más allá de los límites condicionados por el funcionamiento.

Como medio de funcionamiento se utiliza una mezcla de gases con una proporción de oxígeno de más del 90% en volumen, preferiblemente oxígeno técnicamente puro con una proporción de oxígeno de más del 99% en volumen, preferiblemente más del 99,9% en volumen. También es ventajoso además, que puede ajustarse la concentración de oxígeno en el horno durante el proceso de incineración a los parámetros de la incineración, como la cantidad de sustancia residual, la temperatura, la cantidad de gas de combustión y/o la concentración de gas. La cantidad de medio de funcionamiento a suministrar, puede variarse preferiblemente entre la cantidad necesaria para la pulverización, la cantidad de oxígeno necesaria para la incineración completa o una cantidad cualquiera por encima de ella.

Con pulverizador de ultrasonidos se entiende una boquilla binaria, a la que se suministra tanto la sustancia residual, como también el medio de funcionamiento. El medio de funcionamiento se suministra en este caso de tal manera al pulverizador de ultrasonidos, que en una cámara de resonancia del pulverizador de ultrasonidos, se estimulan ondas de ultrasonidos preferiblemente con frecuencias de entre 20 kHz y 100 kHz, que están dirigidas hacia un área delante del pulverizador de ultrasonidos. La sustancia residual sale en forma de gotas del pulverizador de ultrasonidos y continúa siendo pulverizada delante de éste mediante ondas de ultrasonidos. La sustancia residual se incinera por ejemplo, en reacción con el medio de funcionamiento. Con sustancia residual líquida se entiende una sustancia residual, que en condiciones estándar se presenta como líquido y que ya no puede continuar purificándose mediante una instalación de depuración. La sustancia residual comprende particularmente líquidos con componentes orgánicos y/o halógenos, con componentes tóxicos, con sales alcalinas y similares. La sustancia residual presenta un poder calorífico de más de 0 MJ/kg (megajulios por kilo), preferiblemente más de 0,5 MJ/kg, y menos de 30 MJ/kg, particularmente menos de 10 MJ/kg. Con sustancias residuales líquidas se entienden aquellas sustancias residuales, que se producen particularmente durante el procesamiento de por ejemplo, sustancias químicas acuosas, productos farmacéuticos, materiales plásticos, pinturas, superabsorbentes, etc., particularmente aquellas en las que no es posible un reciclado o un desechado en instalaciones de depuración debido a una biodegradabilidad mala. Esto es válido particularmente para sustancias residuales con compuestos orgánicos e inorgánicos difícilmente disociables, disolventes clorados, ácidos, hidrocarburos halogenados o residuos con contenido de halógeno, como aceites usados, que están contaminados con PCB. Con componentes tóxicos se entienden aquellas sustancias que ya en dosis reducidas producen daños en las personas, animales y/o plantas. Con sustancias residuales con un poder calorífico bajo entre 0 y 25 MJ/kg, preferiblemente entre 0,5 y 5 MJ/kg, se entienden particularmente aquellos líquidos, que no pueden incinerarse con suficiente eficiencia en hornos comerciales. Con sustancias combustibles convencionales se entienden particularmente sustancias combustibles como gas natural y aceite combustible. Las sustancias combustibles líquidas clásicas, como por ejemplo aceite, no representan una sustancia residual en el sentido de esta invención.

La incineración es favorecida por un quemador principal, al que se suministra al menos una sustancia combustible auxiliar. El quemador principal se utiliza para mantener una llama o para mantener una temperatura de incineración. El quemador principal puede ser un quemador convencional, que se hace funcionar con una sustancia combustible auxiliar y eventualmente con aire, aire enriquecido con oxígeno u oxígeno puro.

Se prefiere particularmente, que la sustancia combustible auxiliar sea una sustancia combustible convencional. Las sustancias combustibles auxiliares son de manera particularmente preferida sustancias residuales con un rendimiento térmico alto, como por ejemplo, disolventes y alcoholes o sustancias combustibles convencionales.

Según una configuración ventajosa del procedimiento, se suministra una sustancia combustible auxiliar a al menos uno de los siguientes elementos:

- a) al quemador principal y

b) a la sustancia residual,

cuando durante la incineración no se alcanza una temperatura límite predeterminable.

5 Esto permite de manera ventajosa, suministrar la sustancia combustible auxiliar solo cuando la temperatura de la incineración o en el horno es tan baja, que ha de temerse una extinción de la llama. De esta manera puede ahorrarse sustancia combustible auxiliar. El suministro de la sustancia combustible auxiliar, particularmente de aceite y/o disolvente, a través de o junto con la sustancia residual, con la que puede mezclarse la sustancia combustible auxiliar por ejemplo, en un tanque y/o en el tubo alimentador hacia el pulverizador de ultrasonidos, favorece ventajosamente el proceso de incineración y puede descargar un quemador principal eventualmente proporcionado, o posibilitar el manejo del mismo con una carga prefijada.

10 Según otra configuración ventajosa del procedimiento, se suministra una sustancia combustible auxiliar a al menos uno de los siguientes elementos:

a) al quemador principal y

b) a la sustancia residual,

15 y el suministro de la sustancia combustible auxiliar se regula de tal manera, que durante la incineración la temperatura se encuentra en un rango de temperaturas predeterminable.

20 Esto permite una realización del procedimiento, en la que se solo se utiliza una cantidad tal de sustancia combustible auxiliar, que la incineración puede mantenerse en un rango de temperaturas óptimo. Este rango de temperaturas puede determinarse por ejemplo de tal manera, que se produzca una incineración lo más efectiva posible o completa o que la composición del gas de combustión que se produce y/o la escoria que se produce, se adecuen a un perfil predeterminable, por ejemplo, en lo que se refiere a las proporciones de sustancias nocivas.

La sustancia combustible auxiliar se suministra a al menos uno de los siguientes elementos:

a) al quemador principal y

b) a la sustancia residual,

25 y se controla el suministro de la sustancia combustible auxiliar en dependencia del contenido de agua de la sustancia residual líquida.

30 Se ha demostrado, que a menudo el contenido de agua de las sustancias residuales líquidas a incinerar es esencialmente constante y tiene una alta influencia en la cantidad requerida de sustancia combustible auxiliar. En este caso es posible de manera sencilla, ajustar o controlar la cantidad de sustancia combustible auxiliar a suministrar, determinándose y vigilándose el contenido de agua de la sustancia residual líquida una vez o a intervalos regulares o constantemente y utilizándose como variable de control. De esta manera puede reducirse de manera ventajosa la utilización de sustancia combustible auxiliar.

Según otra configuración ventajosa del procedimiento según la invención, se suministra al pulverizador de ultrasonidos una cantidad de medio de funcionamiento, que es mayor que la cantidad necesaria para la pulverización.

35 De esta manera puede suministrarse el oxígeno necesario para la incineración del líquido y eventualmente la sustancia combustible auxiliar a través del pulverizador de ultrasonidos, al menos parcialmente al menos como parte del medio de funcionamiento.

40 Es ventajoso cuando la temperatura de incineración se encuentra entre 800 °C y 1600 °C, preferiblemente entre 850 °C y 1400 °C. Como temperatura de incineración se entiende en este caso la temperatura del gas de combustión evacuado.

45 Es particularmente ventajoso cuando el pulverizador de ultrasonidos está configurado como generador Hartmann, Hartmann-Whistle o Helmholtz. El líquido a pulverizar se suministra preferiblemente al pulverizador de ultrasonidos a través de un tubo central y el medio de funcionamiento a través de un tubo dispuesto de manera concéntrica con respecto a éste. El medio de funcionamiento se conduce a una cámara de resonancia, donde genera ondas de ultrasonidos con frecuencias de entre 20 y 100 kHz, que debido a una geometría adecuada están dirigidas hacia el área que hay delante del pulverizador de ultrasonidos. El medio de funcionamiento sale a través de un espacio anular y se mezcla con el líquido que sale centralmente en forma de gotas. El líquido que hay delante del pulverizador de ultrasonidos continúa pulverizándose debido a las ondas de ultrasonidos.

En otras formas de realización, la sustancia residual saliente centralmente se desvía primeramente a razón de 90° y se guía junto con el flujo de medio de funcionamiento axialmente hacia delante hacia el exterior del pulverizador de ultrasonidos.

5 El medio de funcionamiento también puede guiarse centralmente y desviarse mediante una placa de desvío a la cámara de resonancia, desde donde también abandona el pulverizador de ultrasonidos el medio de funcionamiento. La sustancia residual se guía por un tubo exterior y sale del pulverizador de ultrasonidos a través de un espacio anular.

10 Es particularmente ventajoso cuando se produce una mezcla de sustancia residual y medio de funcionamiento fuera del pulverizador de ultrasonidos aguas abajo. De esta manera se impide que el medio de funcionamiento y la sustancia residual ya reaccionen entre sí de manera exotérmica en el pulverizador de ultrasonidos. La llama que se crea de esta manera guiada exteriormente no somete a un esfuerzo técnico de una manera exagerada al pulverizador de ultrasonidos.

15 Es particularmente ventajoso cuando el medio de funcionamiento se suministra con una velocidad v_z a una cámara de resonancia del pulverizador de ultrasonidos, formando la velocidad v_z junto con la velocidad del sonido del medio de funcionamiento v_c un cociente v_z/v_c , que se encuentra entre 0,9 y 1,1, preferiblemente entre 0,95 y 1,05, de manera particularmente preferida entre 0,99 y 1,01. Se hace referencia a la velocidad del sonido del medio de funcionamiento en condiciones normales, es decir, a una temperatura de 20 °C y una presión de 1.013 hPa. Ésta es de por ejemplo, 316 m/seg en el caso de oxígeno puro. La entrada del medio de funcionamiento en la cámara de resonancia del pulverizador de ultrasonidos con velocidad de sonido provoca una generación particularmente
20 eficiente de ondas de ultrasonidos y una pulverización particularmente fina del líquido.

Para la realización del procedimiento se propone un horno para incinerar sustancias residuales líquidas con un espacio de combustión y al menos un pulverizador de ultrasonidos, presentando el pulverizador de ultrasonidos una conexión de medio de funcionamiento para el suministro de oxígeno técnicamente puro como un medio de
25 funcionamiento y una conexión de líquidos para el suministro de la sustancia residual líquida. El al menos un pulverizador de ultrasonidos está configurado como pulverizador de ultrasonidos de mezcla exterior. El horno es particularmente adecuado y está definido para llevar a cabo el procedimiento según la invención.

Es particularmente ventajoso cuando el horno presenta un quemador principal con un eje de quemador principal y el al menos un pulverizador de ultrasonidos un eje longitudinal en la zona de salida del medio de funcionamiento o de la sustancia residual y el ángulo entre el eje longitudinal y el eje del quemador principal se encuentra entre 30° y 60°. Los lados de la llama del quemador principal y del pulverizador de ultrasonidos, están alineados por lo tanto de tal
30 manera, que las llamas se cortan entre sí. Esto tiene la ventaja de que el quemador principal puede conectarse adicionalmente en el caso de no alcanzar una temperatura crítica o al apagarse la llama del pulverizador de ultrasonidos, de manera que puede mantenerse el proceso de incineración.

También es ventajoso cuando hay dispuesta una pluralidad de pulverizadores de ultrasonidos de manera simétrica en las paredes del espacio de combustión. De manera simétrica significa en este caso, que los pulverizadores de ultrasonidos están dispuestos en un plano horizontal en un perímetro del espacio de combustión con una misma distancia entre sí, o que están dispuestos con una misma distancia en dirección vertical entre sí. Con al menos dos pulverizadores de ultrasonidos puede lograrse un rendimiento mayor de sustancia residual. Los pulverizadores de ultrasonidos pueden presentar preferiblemente diferentes resonadores.

40 Los detalles divulgados para el procedimiento según la invención pueden trasladarse a y utilizarse en el horno.

La invención, así como el entorno técnico, se explican a continuación mediante figuras a modo de ejemplo. Ha de hacerse referencia a que las figuras muestran variantes de realización de la invención, particularmente preferidas, pero ésta no obstante, no está limitada a ellas. Muestran esquemáticamente:

La Fig. 1 un primer ejemplo de realización de un horno en sección longitudinal;

45 La Fig. 2 un segundo ejemplo de realización de un horno en sección longitudinal;

La Fig. 3 un primer ejemplo de realización de un pulverizador de ultrasonidos en sección longitudinal;

La Fig. 4 un segundo ejemplo de realización de un pulverizador de ultrasonidos en sección longitudinal; y

La Fig. 5 un tercer ejemplo de realización de un pulverizador de ultrasonidos en sección longitudinal.

50 La Fig. 1 muestra una sección longitudinal de un primer ejemplo de realización de un horno 7 para incinerar una sustancia residual líquida. En el extremo superior de un espacio de combustión 8, hay dispuesto un quemador principal 4 con una conexión de sustancia de combustión auxiliar 5 y una conexión de medio de oxidación 11. En las paredes del espacio de combustión 8 hay dispuestos pulverizadores de ultrasonidos 1. Los pulverizadores de

ultrasonidos 1 presentan respectivamente una conexión de líquidos 2 para el suministro de una sustancia residual líquida y una conexión de medio de funcionamiento 3. El quemador principal 4 presenta un eje de quemador principal 9 y el pulverizador de ultrasonidos 1 presenta un eje longitudinal 10, que están dispuestos de tal manera, que se cortan en un ángulo de entre 30 y 60°. Los pulverizadores de ultrasonidos 1 están dispuestos preferiblemente de manera simétrica en las paredes del espacio de combustión 8. Esto significa que los pulverizadores de ultrasonidos 1 están dispuestos con una misma distancia entre sí en el perímetro del espacio de combustión 8 en un plano vertical 20, y que existe respectivamente un mismo ángulo entre el eje longitudinal 10 y el eje del quemador principal 9. En la zona inferior del espacio de combustión 8 hay conectado un conducto de evacuación de gas de combustión 12. En el punto más bajo del espacio de combustión 8 existe además un conducto de evacuación de escoria 13.

Durante el proceso de incineración se suministra al pulverizador de ultrasonidos 1 a través de la conexión de líquidos 2 una sustancia residual líquida (líquida) a incinerar, particularmente un líquido contaminado, y a través de la conexión de medio de funcionamiento 3, un medio de funcionamiento con al menos un 90% en volumen de oxígeno, preferiblemente oxígeno técnicamente puro. Este suministro se produce de tal manera, que el medio de funcionamiento estimula en el pulverizador de ultrasonidos 1 ondas de ultrasonidos, que están dirigidas al espacio de combustión 8. El líquido y el medio de funcionamiento salen del pulverizador de ultrasonidos 1 y entran en el espacio de combustión 8, pulverizándose la sustancia residual. Tras la salida del pulverizador de ultrasonidos 1, las gotas de sustancia residual continúan pulverizándose mediante las ondas de ultrasonidos, de manera que se producen gotas con un diámetro de 50 μm a 100 μm . Las gotas de sustancia residual finas reaccionan con el oxígeno y los componentes existentes en el líquido se oxidan de esta manera completamente. Si la temperatura, debido a la reacción del oxígeno con el líquido pulverizado, no es suficiente para mantener el proceso de incineración, entonces la temperatura puede aumentarse o mantenerse adicionalmente mediante el quemador principal 4. Mediante la conexión de sustancia de combustión auxiliar 5 se suministra entonces una sustancia de combustión auxiliar, como por ejemplo, gas natural, aceite combustible y/o un disolvente, al espacio de combustión 8. Adicionalmente puede suministrarse a través de la conexión de medio de oxidación 11, aire, aire enriquecido con oxígeno u oxígeno puro al espacio de combustión 8.

Los gases de combustión que se producen en el proceso de incineración pueden suministrarse a través del conducto de evacuación de gases de combustión 12 a una instalación de tratamiento de gases de combustión. La escoria sólida o líquida puede retirarse del espacio de combustión 8 a través del conducto de evacuación de escoria 13.

La Fig. 2 muestra un segundo ejemplo de realización del horno 7 en sección longitudinal. Las referencias se corresponden con las referencias indicadas anteriormente y solo se indican las diferencias con respecto al ejemplo de realización anterior. En el segundo ejemplo de realización el pulverizador de ultrasonidos 1 está dispuesto en el quemador principal 4. De esta manera coinciden el eje del quemador principal 9 y el eje longitudinal 10 del pulverizador de ultrasonidos 1.

Las Figs. 3, 4 y 5 muestran diferentes formas de realización de un pulverizador de ultrasonidos 1 en sección longitudinal, que pueden utilizarse para llevar a cabo el procedimiento según la invención y que se conocen como generador Hartmann, como generador Hartmann-Whistle y como generador Helmholtz.

En los ejemplos de realización según las Figs. 3 y 4, se suministra la sustancia residual a través de un conducto de alimentación de líquidos 17 central en forma de tubo al cabezal pulverizador de ultrasonidos 19. El medio de funcionamiento, oxígeno técnicamente puro, se suministra a través de un conducto de alimentación de medio de funcionamiento 18 dispuesto concéntricamente alrededor del conducto de alimentación de líquidos 17 al cabezal pulverizador de ultrasonidos 19. En el ejemplo de realización mostrado en la Fig. 3, la sustancia residual sale directamente del conducto de alimentación de líquidos 17 y entra en el espacio de combustión 8, y se pulveriza así de manera gruesa. El medio de funcionamiento se conduce con una alta velocidad a la cámara de resonancia 6, produciéndose ondas de ultrasonidos, que debido a la ampliación cónica 15 en dirección de salida de la sustancia residual y del medio de funcionamiento, están dirigidas hacia la zona que ha delante del pulverizador de ultrasonidos 1. El medio de funcionamiento sale a través de un espacio anular 14 del pulverizador de ultrasonidos 1 y entra en el espacio de combustión 8 y se mezcla con la sustancia residual pulverizada de manera gruesa. Debido a las ondas de ultrasonidos, continúan reduciéndose las gotas de líquido pulverizadas, de manera que tienen un diámetro de entre 50 μm y 100 μm .

En el ejemplo de realización según la Fig. 4 se desvía la sustancia residual líquida (el líquido) a través de un dispositivo de desvío 16 primeramente hacia el exterior a razón de 90°, y mediante el medio de funcionamiento, que sale a través del espacio anular 14, vuelve a arrastrarse a la dirección de salida original. De esta manera se produce una llama más abombada frente al ejemplo de realización según la Fig. 3.

En el ejemplo de realización según la Fig. 5 se guía el medio de funcionamiento por un conducto de alimentación de medio de funcionamiento 18 dispuesto en el interior y la sustancia residual por un conducto de alimentación de líquido 17 exterior. Además de ello, en este ejemplo de realización se desvía el medio de funcionamiento tras la

salida del conducto de alimentación de medio de funcionamiento 18 central mediante el dispositivo de desvío 16 a la cámara de resonancia 6, donde estimula ondas de ultrasonidos, que debido a la ampliación cónica 15 están dirigidas en dirección hacia el espacio de combustión 8. El medio de funcionamiento sale con componentes de velocidad radiales con respecto al eje longitudinal 10 del pulverizador de ultrasonidos 1. La sustancia residual que sale por el espacio anular 14 es arrastrada por el medio de funcionamiento saliente y es pulverizada de manera gruesa. En el campo ultrasónico del pulverizador de ultrasonidos 1 se pulveriza entonces la sustancia residual más finamente.

Mediante dos ejemplos de comparación se representan las ventajas de la invención.

En el ejemplo de comparación 1 se incineran en una instalación de incineración de aguas residuales según el estado de la técnica con aire comprimido como medio de pulverización diferentes aguas residuales de proceso y residuos orgánicos líquidos con un alto rendimiento térmico a partir de la producción de ácido acrílico y butilacrilato, como sustancia residual. La instalación de incineración de aguas residuales comprende una cámara de combustión vertical refrigerada mediante vapor con una sección transversal cuadrada de aproximadamente 4 m^2 y una altura de 10 m. El quemador principal está dispuesto en la parte superior del horno centralmente. Dado que la incineración no se produce de manera autotérmica, se incineran como sustancia combustible auxiliar para la incineración de dos cantidades de aguas residuales, una básica y una ácida, aproximadamente 1200 kg/h de residuos orgánicos con un rendimiento térmico medio de aproximadamente 28100 KJ/kg , aproximadamente $170 \text{ m}^3/\text{h}$ de gas natural y aproximadamente $13300 \text{ m}^3/\text{h}$ de aire primario y secundario mediante el quemador principal. Las aguas residuales básicas y ácidas a incinerar, se conducen separadas entre sí a la cámara de combustión a través de respectivamente dos lanzas de pulverización convencionales. Las lanzas de pulverización están instaladas por debajo del quemador principal en la pared de la cámara de combustión simétricamente entre sí con un ángulo de inclinación de aproximadamente 30° con respecto al eje del quemador.

En el caso de una cantidad de aguas residuales posible máxima de aproximadamente 1203 kg/h , la purificación de gases de combustión está utilizada hidráulicamente en su totalidad. En una reacción de incineración se produjeron de esta manera aproximadamente 20100 kg/h de gas de combustión con una temperatura de 907°C . El gas de combustión contenía aproximadamente 5,5% en volumen de oxígeno, 65,6% en volumen de nitrógeno, 9,7% en volumen de dióxido de carbono, 19,0% en volumen de vapor de agua, 18 mg/m^3 de monóxido de carbono y aproximadamente 108 mg/m^3 de óxidos de nitrógeno. Tras un periodo de permanencia de aproximadamente 2,7 segundos en la caldera de incineración, los gases de la incineración se enfriaron bruscamente mediante una inmersión en agua y se suministraron a una instalación de purificación de gases de combustión. La magnitud limitadora de esta instalación de incineración es el periodo de permanencia del gas de combustión con una temperatura de 907°C y con ello el flujo de masa del gas de combustión.

Para aumentar en esta instalación de incineración el rendimiento de aguas residuales ácidas y básicas, se sustituyeron la totalidad de las cuatro lanzas pulverizadoras convencionales por pulverizadores de ultrasonidos, utilizándose como medio de funcionamiento según la invención oxígeno puro, pero también aire comprimido enriquecido con oxígeno o aire comprimido puro.

Con esta modificación de la instalación de incineración fue posible un funcionamiento continuo de la instalación de incineración con y sin aumento de la producción. Como pulverizadores de ultrasonidos se utilizaron pulverizadores de ultrasonidos según la figura 4 y se produjo una pulverización ligera con configuración abombada. Las aguas residuales se introdujeron de manera céntrica en el pulverizador de ultrasonidos. La cantidad de aguas residuales se aumentó a en total 2.280 kg/h de aguas residuales básicas y ácidas. Para el mantenimiento constante de la cantidad de gas de reacción se redujo la cantidad de aire de combustión a $12200 \text{ m}^3/\text{h}$ y se suministraron a través de cuatro pulverizadores de ultrasonidos aproximadamente $600 \text{ m}^3/\text{h}$ de oxígeno puro, tanto como medio de pulverización y como medio de oxidación adicional. Para la pulverización pura de la cantidad de aguas residuales habría sido suficiente una cantidad de solo $360 \text{ m}^3/\text{h}$ de oxígeno. La proporción de oxígeno sobrante sirve de esta manera adicionalmente para el favorecimiento del rendimiento de la incineración.

Mediante el ajuste de la cantidad de gas natural a aproximadamente $85 \text{ m}^3/\text{h}$ y de los residuos orgánicos a aproximadamente 1.730 kg/h se generó una temperatura de incineración en la caldera de 911°C . El gas de combustión se componía de aproximadamente 5,4% en volumen de oxígeno, 58,1% en volumen de nitrógeno, 12,3% en volumen de dióxido de carbono, 24,1% en volumen de vapor de agua, 5 mg/m^3 de monóxido de carbono y aproximadamente 112 mg/m^3 de óxidos de nitrógeno.

Con el mismo tiempo de permanencia de aproximadamente 2,7 segundos y la misma cantidad de gas de reacción se aumenta de esta manera la capacidad de incineración de esta instalación de incineración a razón de aproximadamente un 44% y la potencia térmica nominal de $9,4 \text{ MW}$ a $11,3 \text{ MW}$.

En el ejemplo de comparación 2 se desechan térmicamente en la instalación de incineración de aguas residuales según el estado de la técnica dos aguas residuales diferentes de la preproducción farmacéutica y de la química fina. Como sustancia combustible auxiliar se suministraron disolventes con un rendimiento térmico medio de aproximadamente 21.700 KJ/kg , aceite combustible – S y aproximadamente $11.200 \text{ m}^3/\text{h}$ de aire primario y

secundario a través de un quemador principal de la cámara de combustión. La cámara de combustión tiene una sección transversal rectangular de aproximadamente $6,7 \text{ m}^2$ y una altura de aproximadamente 7 m. Como sustancia combustible auxiliar se suministraron aproximadamente 400 kg/h de disolvente y aproximadamente 25 kg/h de aceite combustible-S. Como lanza de pulverización había instalada en el centro del quemador una lanza pulverizadora de aire comprimido convencional de mezcla en el exterior.

El disolvente y el aceite combustible-S se inyectaron en la llama a través de respectivamente 5 boquillas de sustancia combustible, que estaban dispuestas concéntricamente alrededor de la lanza pulverizadora de aguas residuales. En caso de necesidad se calentaron los gases de combustión mediante un quemador de aceite combustible a una temperatura de gas combustible de al menos 850°C . En la base de la cámara de combustión se extrajeron a través de una abertura escorias salinas líquidas. Con la instalación de incineración existente se pudieron incinerar como máximo aproximadamente 2.000 kg/h de aguas residuales con un rendimiento térmico medio de aproximadamente 2.830 KJ/kg, generándose aproximadamente 17.500 kg/h de gas de combustión con una temperatura de aproximadamente 920°C . El gas de combustión se compone de aproximadamente 4,9% en volumen de oxígeno, 64,0% en volumen de nitrógeno, 9,0% en volumen de dióxido de carbono, 21,8% en volumen de vapor de agua, 12 mg/m^3 de monóxido de carbono y aproximadamente 579 mg/m^3 de óxido de nitrógeno. El gas de combustión se refrigeró en una caldera de recuperación y a continuación, se purificó mediante un lavador de efecto Venturi y radial, así como mediante un electrofiltro.

Para el aumento del rendimiento de las aguas residuales con un volumen de gas de combustión constante y con una misma temperatura de gas de combustión, se sustituyó el pulverizador de aire comprimido existente por un pulverizador de ultrasonidos para el suministro del agua residual como sustancia residual con oxígeno como medio de funcionamiento. Con un rendimiento de aproximadamente $760 \text{ m}^3/\text{h}$ de oxígeno, se inyectó en la cámara de combustión a través del pulverizador de ultrasonidos al mismo tiempo la cantidad de oxígeno adicional necesaria para la incineración, reduciéndose la cantidad de aire primario y secundario a aproximadamente $9.400 \text{ m}^3/\text{h}$. En correspondencia con la temperatura del gas de combustión requerida de aproximadamente 920°C , se ajustó la cantidad de disolvente a aproximadamente 627 kg/h. El gas de combustión se componía de aproximadamente 4,7% en volumen de oxígeno, 51,6% en volumen de nitrógeno, 11,0% en volumen de dióxido de carbono, 32,4% en volumen de vapor de agua y 22 mg/m^3 de monóxido de carbono. La concentración de óxido de nitrógeno se redujo a aproximadamente 184 mg/m^3 .

Manteniéndose por lo demás el mismo periodo de permanencia de aproximadamente 2,0 segundos y la misma cantidad de gas de combustión, pudo aumentarse la capacidad de incineración de aguas residuales de la instalación de incineración a razón de aproximadamente un 62%. La potencia térmica nominal aumentó de 8,8 MW a 10,7 MW.

El procedimiento según la invención permite incinerar de manera particularmente efectiva una sustancia residual líquida (un líquido contaminado). Se proporcionan a un proceso de incineración gotas del líquido a incinerar con un diámetro más pequeño, y al mismo tiempo oxígeno como medio de oxidación sin aumentar la temperatura del proceso de incineración, ni el volumen de gas de combustión, ni las emisiones de óxidos por encima de los límites condicionados por el funcionamiento.

Lista de referencias

- 1 Pulverizador de ultrasonidos
- 2 Conexión de líquidos
- 3 Conexión de medio de funcionamiento
- 4 Quemador principal
- 5 Conexión de sustancia combustible auxiliar
- 6 Cámara de resonancia
- 7 Horno
- 8 Espacio de combustión
- 9 Eje del quemador principal
- 10 Eje longitudinal
- 11 Conexión de medio de oxidación
- 12 Conducto de evacuación de gas de combustión

- 13 Conducto de evacuación de escoria
- 14 Espacio anular
- 15 Ampliación cónica
- 16 Dispositivo de desvío
- 5 17 Conducto de alimentación de líquidos
- 18 Conducto de alimentación de medio de funcionamiento
- 19 Cabezal pulverizador de ultrasonidos
- 20 Plano vertical

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la incineración de una sustancia residual líquida, suministrándose un medio de funcionamiento con un contenido de oxígeno de al menos un 90% en volumen y la sustancia residual a la incineración a través de al menos un pulverizador de ultrasonidos (1), produciéndose mediante el medio de funcionamiento ondas de ultrasonidos y pulverizándose de manera fina la sustancia residual, favoreciéndose la incineración mediante un quemador principal (4), al que se suministra al menos una sustancia combustible auxiliar, suministrándose la sustancia combustible auxiliar al menos a uno de los siguientes elementos:
 - a) al quemador principal (4) y
 - b) a la sustancia residual,
- 10 y controlándose el suministro de la sustancia combustible auxiliar en dependencia del contenido de agua de la sustancia residual líquida.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se suministra la sustancia combustible auxiliar a al menos uno de los siguientes elementos:
 - a) al quemador principal y
 - 15 b) a la sustancia residual,cuando durante la incineración la temperatura cae por debajo de un límite predeterminable.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se suministra la sustancia combustible auxiliar a al menos uno de los siguientes elementos:
 - a) al quemador principal y
 - 20 b) a la sustancia residual,y la adición de la sustancia combustible auxiliar se regula de tal manera, que durante la incineración la temperatura se encuentra en un rango de temperaturas predeterminable.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la sustancia combustible auxiliar una sustancia combustible convencional.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, suministrándose al pulverizador de ultrasonidos (1) una cantidad de medio de funcionamiento, que es mayor que la cantidad necesaria para la pulverización.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, estando la temperatura de la incineración entre 800 °C y 1400 °C.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, produciéndose una mezcla de sustancia residual y medio de funcionamiento fuera del pulverizador de ultrasonidos (1).
8. procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, suministrándose el medio de funcionamiento con una velocidad v_z a una cámara de resonancia (6) del pulverizador de ultrasonidos (1), formando la velocidad v_z junto con la velocidad del sonido del medio de funcionamiento v_c un cociente v_z/v_c , que se encuentra entre 0,9 y 1,1.

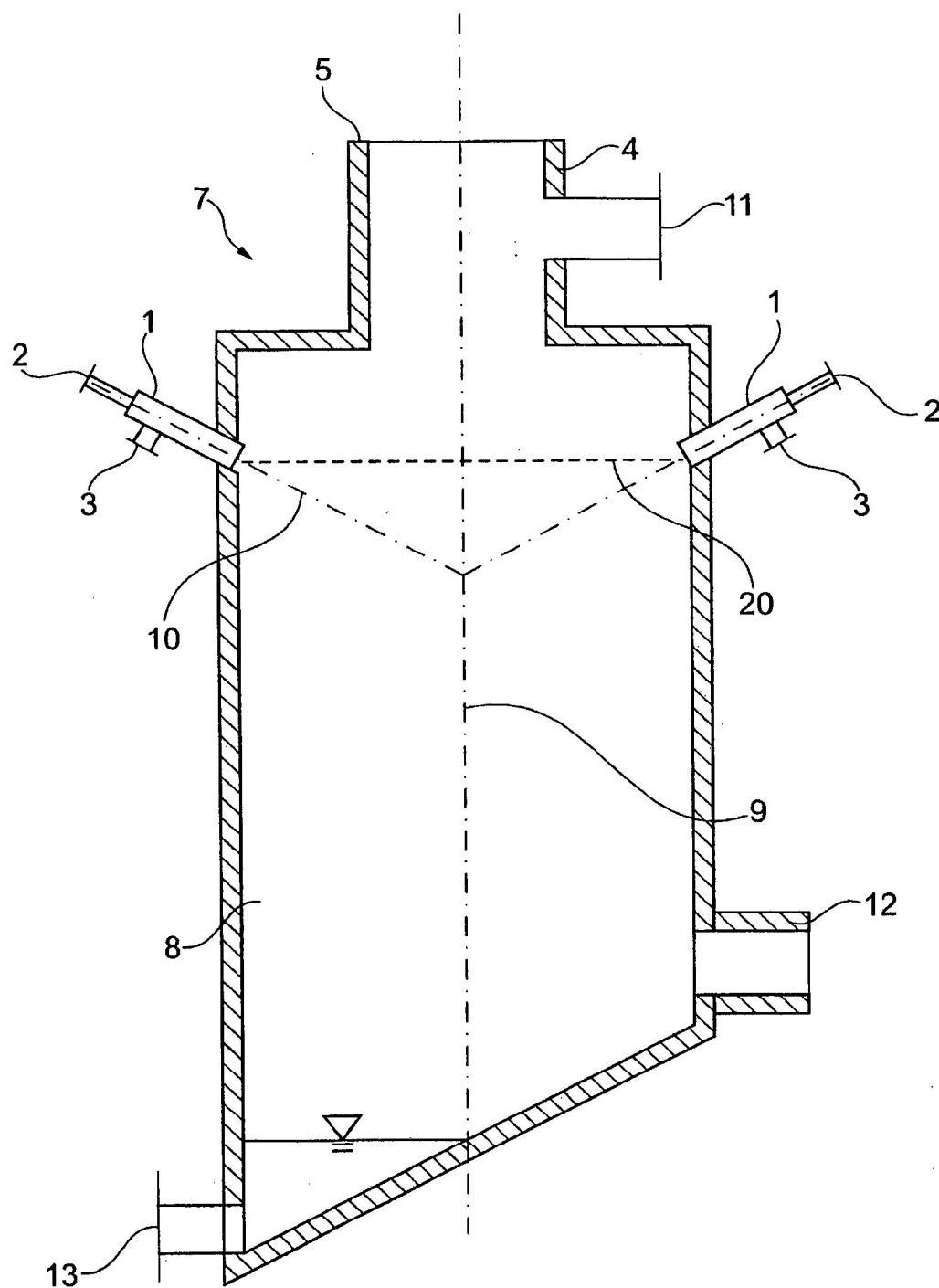


Fig. 1

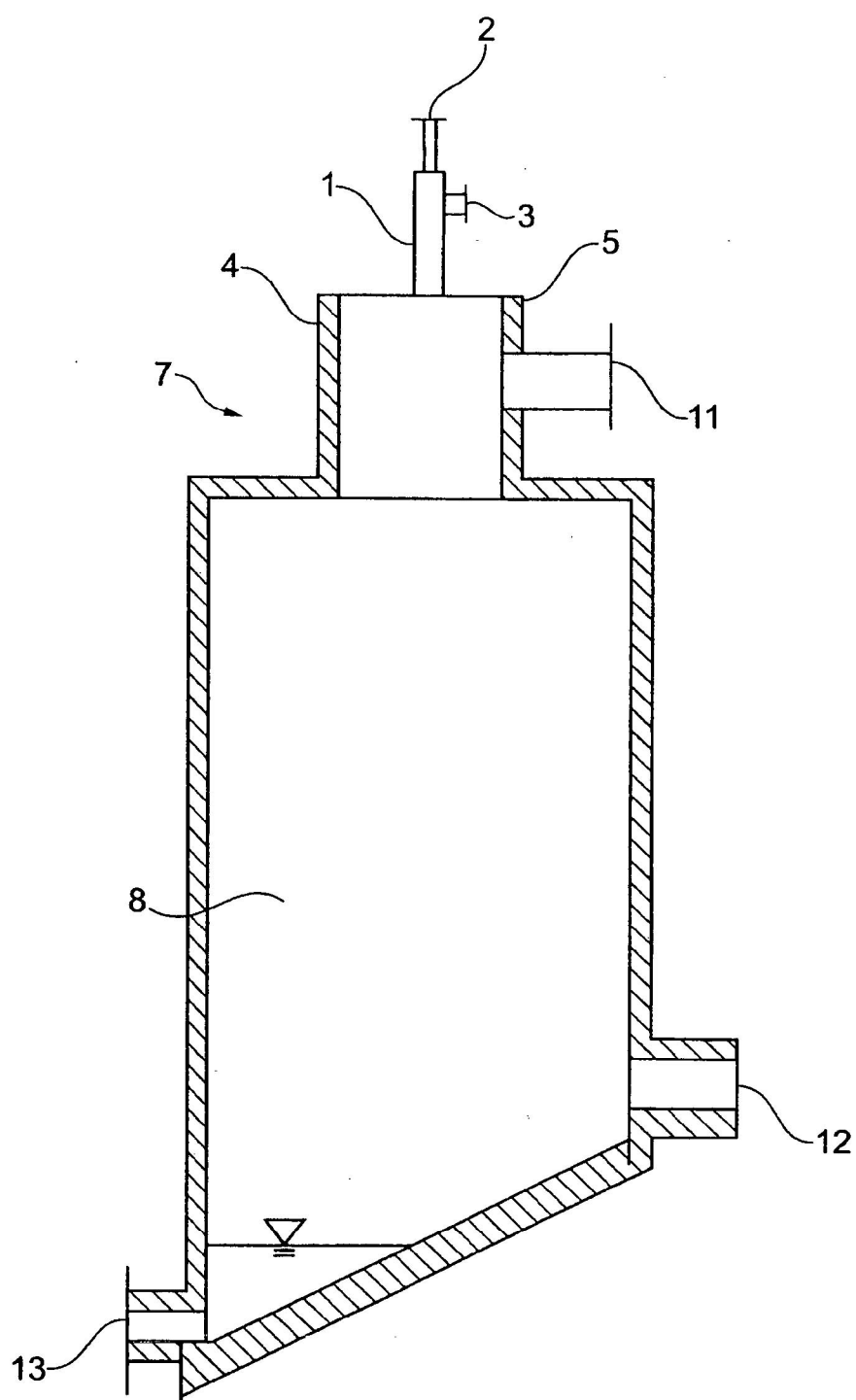


Fig. 2

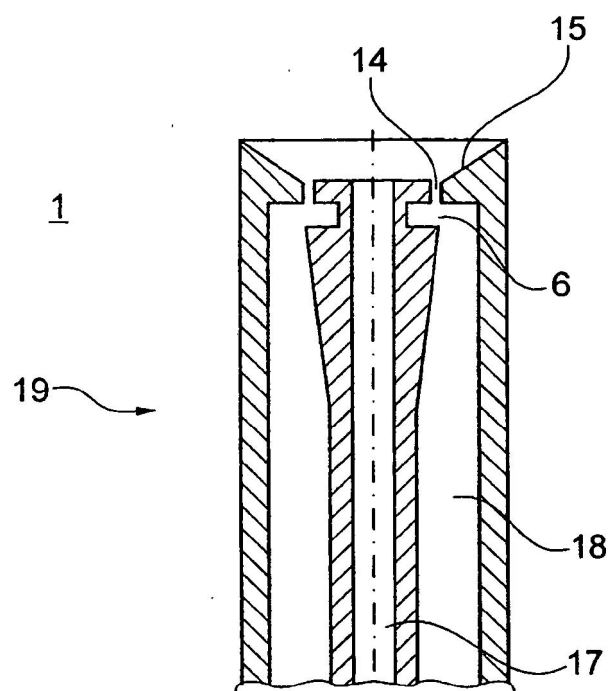


Fig. 3

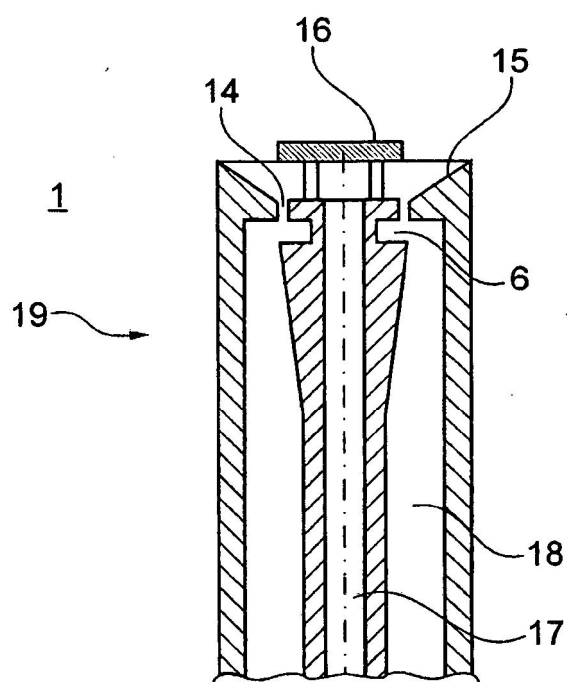


Fig. 4

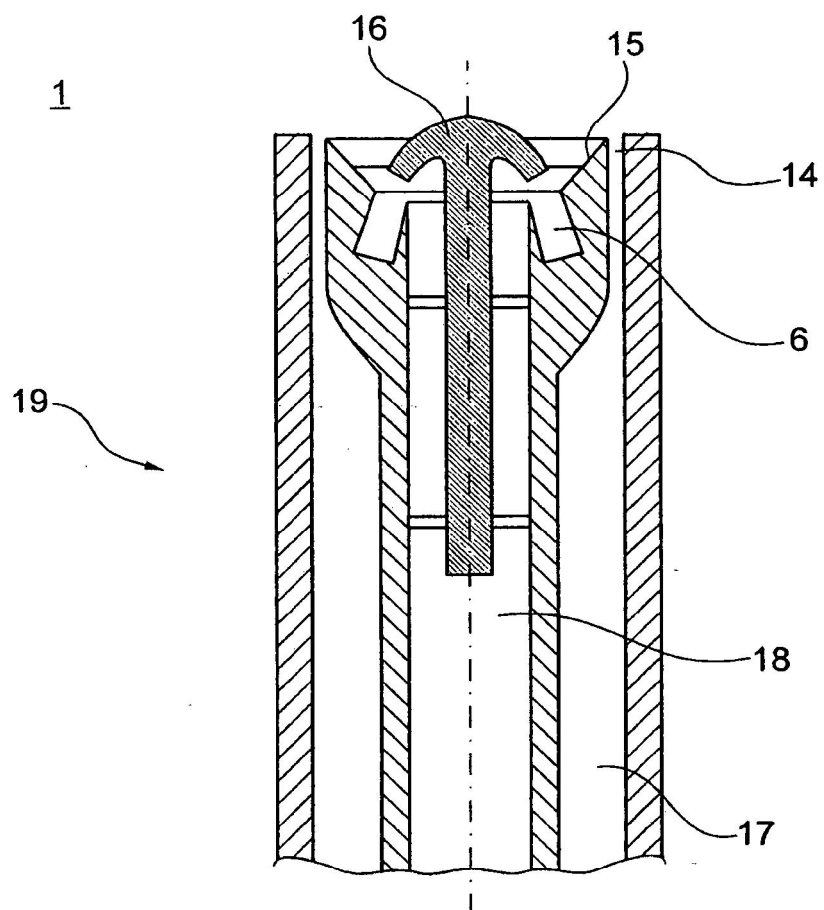


Fig. 5