



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 287 521**

51 Int. Cl.:

F04F 5/46 (2006.01)

F04F 5/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03758304 .4**

86 Fecha de presentación : **10.10.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1549856**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **06.07.2005**

54 Título: **Bomba de chorro.**

30 Prioridad: **11.10.2002 GB 0223572**
20.11.2002 GB 0227053
20.01.2003 GB 0301236

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

73 Titular/es: **Pursuit Dynamics plc.**
Shackleton House Kingfisher Way
Hinchingsbrooke Business Park
Huntingdon, Cambridgeshire PE29 6HB, GB

72 Inventor/es: **Fenton, Marcus, Brian, Mayhall;**
Kitchen, Philip, Anthony;
Todman, Michael, Torr y
Wallis, Alexander, Guy

74 Agente: **González Palmero, Fe**

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

Bomba de chorro.

5 Esta invención se refiere a un dispositivo de desplazamiento de fluido.

La presente invención hace referencia a un dispositivo de desplazamiento de fluido que tiene varias aplicaciones prácticas de diversa naturaleza que abarcan desde sistemas de propulsión marina a aplicaciones de bombeo para des-
 10 plazar y/o mezclar fluidos y/o sólidos de la misma o diferentes características. La presente invención también tiene relevancia en los campos, entre otras cosas, de calentamiento, limpieza, aireación, fluidificación gaseosa, y agitación de fluidos y mezclas de fluidos/sólidos, separación de partículas, clasificación, desintegración, emulsión, homogenei-
 zación, dispersión, hidratación, atomización, producción de gotitas, reducción de viscosidad, reducción de densidad, y pasteurización.

15 Más particularmente, la invención se ocupa de la provisión de un dispositivo de desplazamiento de fluido que esencialmente no tiene partes móviles.

Los eyectores son bien conocidos en la técnica para desplazar fluidos de trabajo o de proceso mediante el uso de un chorro central o anular que emite vapor de agua dentro de un conducto para desplazar los fluidos a través
 20 o fuera de canalización apropiada o dentro o a través de otra masa de fluido. El eyector funciona principalmente basándose en inducir flujo creando presión negativa, generalmente mediante el uso del principio de Venturi. La mayoría de estos sistemas utilizan una tobera de vapor de agua central donde el fluido inducido generalmente entra en el conducto ortogonalmente al eje del chorro, aunque hay excepciones donde está provista la disposición inversa. El chorro de vapor de agua es acelerado a través de una tobera de expansión dentro de una cámara de mezcla donde
 25 incide en y se mezcla con fluido de proceso. La mezcla de fluido de proceso y vapor de agua es acelerada a velocidades superiores dentro de una sección convergente aguas abajo antes de una sección divergente, por ejemplo un tubo Venturi. El gradiente de presión generado en el tubo Venturi induce al nuevo fluido de proceso a entrar en la cámara de mezcla. El mecanismo de transferencia de energía en la mayoría de los sistemas eyectores de vapor de agua es una combinación de transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa pero variando proporciones. Muchos de estos
 30 sistemas emplean la transferencia de cantidad de movimiento asociada con un flujo convergente, mientras que otros implican la generación de una onda de choque en la sección divergente. Una de las principales limitaciones de los sistemas convergentes/divergentes convencionales es que su rendimiento es muy sensible a la posición de la onda de choque que tiende a ser inestable, alejándose fácilmente de su posición óptima. Se sabe a partir de la Lécnica ariLerior mencionada más adelante que si la onda de choque se desarrolla en el lugar incorrecto dentro de las secciones
 35 convergentes/divergentes, la unidad pertinente puede pararse. Tales sistemas además sólo pueden lograr una onda de choque a través de una sección restringida.

Además, para sistemas que emplean una tobera de vapor de agua central, la restricción de dimensión de garganta y el cambio brusco de dirección que afecta al fluido de proceso presenta una limitación seria sobre el tamaño de
 40 cualquier capacidad de tratamiento de partículas y por supuesto cualquier material imprevisible que pudiera entrar en el sistema podría causar obstrucción.

El documento USP2396290 de Schwarz desvela un sistema de lodo pensado esencialmente como un aparato para eliminar de tanques de almacenamiento la acumulación de alquitrán viscoso o alquitrán semifluido, lodos petrolizados
 45 y similares. El sistema de *Schwarz* tiene un cuerpo de garganta provisto de una parte ensanchada hacia afuera en un extremo, una tobera de entrada de vapor de agua que se extiende dentro del cuerpo y que tiene una abertura central para el paso de material a través de la misma dentro del cuerpo de garganta, y una tobera de descarga de vapor de agua en el extremo ensanchado para extraer material de la parte ensanchada del cuerpo de garganta. El objetivo principal de *Schwarz* es proporcionar un medio por el cual los materiales difíciles relatados anteriormente pueden ser fluidificados
 50 por una combinación del impacto del vapor de agua inicialmente en el extremo de entrada del cuerpo de garganta y el calor del vapor de agua, siendo el material sometido además a la misma acción proporcionada por la tobera de descarga. De ese modo se reduce la viscosidad del material difícil para mejorar la fluidez para permitir bombear. Debe observarse que el flujo de material mientras que es ayudado a través del cuerpo de garganta tiene que pasar de una boquilla de diámetro interior ancho a una sección ahusada antes de la ubicación de la tobera de vapor de agua primaria,
 55 restringiendo así el material y causando potencialmente obstrucciones. Igualmente el cuerpo de garganta es de menor dimensión que la boquilla de entrada y la sección ahusada, combinándose así para crear una restricción al flujo, si bien es cierto que la intención es proporcionar una concentración de impacto y aplicación de calor para el propósito enseñado. La tobera secundaria o de descarga cumple una función similar a la de la tobera primaria para ofrecer un impacto de segunda etapa y un efecto de fluidificación al material fluyente para aumentar así la inducción del material a través del sistema. La desventaja potencial del sistema de *Schwarz* es que en virtud de la naturaleza convergente de la
 60 entrada a la unidad y la parte de garganta restringida es probable que el flujo libre de materiales fluidos a través de las mismas sea difícil o restringido por las características físicas de los materiales. Como se apreciará, el control sobre el tipo y tamaño de material que entra en el este sistema es difícil y las posibilidades de obstrucción son altas de material o aglomerados que tengan un tamaño que se aproxime al tamaño del diámetro interior de entrada de la unidad.

65 La patente canadiense N° 833980 de Schutte y Koerting Co se ocupa de una bomba de chorro del tipo que tiene un flujo compresible en el difusor y una relación de succión supercrítica para presiones de descarga. El procedimiento y aparato descritos por Schutte y Koerting tienen como objetivo vencer ciertas desventajas definidas asociadas con

el funcionamiento de las bombas de chorro en las que las velocidades supersónicas prevalecen inicialmente en la mezcla de la corriente motriz o de empuje y la corriente de succión. Como se explica en esta técnica anterior, el cambio de velocidad supersónica a subsónica se produce en una zona de choque. En particular, el problema asociado con este tipo de bomba, usada para bombear gas, reside en controlar la situación de la onda de choque que es crítica porque si se desplaza dentro de la zona de entrada o la de descarga del difusor, surgen dificultades importantes. En particular, si la onda de choque se desplaza dentro de la zona de entrada cónica convergente la bomba de chorro se vuelve inestable e incluso podría fallar. Si la onda de choque se desplaza dentro de la zona de salida cónica divergente el caudal de la mezcla de las corrientes de empuje y de succión se acelera, teniendo como resultado una reducción de eficiencia. Los cesionarios proponen un procedimiento de monitorización de las condiciones reinantes dentro del difusor y para variar en consecuencia la corriente de empuje para situar la onda de choque con exactitud para optimizar la eficiencia. La bomba de chorro de esta técnica anterior es esencialmente un eyector de vapor de agua convencional y la invención radica meramente en la monitorización y control de la situación de la onda de choque. Esta bomba de chorro está configurada para bombeo de gas y como tal sería inadecuada para bombear líquidos o mezclas de líquido/sólidos, no menos debido a las dificultades importantes asociadas con el logro de velocidades supersónicas con fluidos sustancialmente incompresibles. Evidentemente, la cantidad de energía que se requeriría para impartir velocidad supersónica a la mezcla sería prohibitiva ya que el rendimiento sería pobre.

El documento USP3664768 de Mays concierne a un transformador de fluido del tipo de paso recto para lodos y otros materiales líquidos/sólidos en los que de nuevo converge el área de garganta, en este caso en una configuración escalonada dando lugar de ese modo a impacción potencial de los elementos sólidos de los fluidos que pasan a través del mismo. Debe observarse que Mays no dice nada en cuanto a la naturaleza del fluido impelente. Un dispositivo de desplazamiento de fluido que tiene las características relatadas en el preámbulo de la reivindicación 1 se desvela en el documento JP04-18400 de Mitsui.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de desplazamiento de fluido que esencialmente no tenga partes móviles que tenga un rendimiento mejor que los dispositivos de desplazamiento de fluidos disponibles actualmente a falta de ninguna restricción como tal como se ejemplifica en la técnica anterior relatada en este documento.

Un objeto más de la presente invención es proporcionar un procedimiento para desplazar fluido.

Según un primer aspecto de la presente invención, un dispositivo de desplazamiento de fluido incluye un cuero hueco provisto de un conducto recto de sección transversal sustancialmente constante con una entrada en un extremo del conducto y una salida en el otro extremo del conducto para la entrada y descarga respectivamente de un fluido de trabajo, una tobera que circunscribe sustancialmente y se abre dentro de dicho conducto intermedia a los extremos de entrada y salida del mismo, una entrada que comunica con la tobera para la introducción de un fluido de transporte, y una cámara de mezcla que está formada dentro del conducto aguas abajo de la tobera, siendo la tobera de geometría convergente-divergente en el interior de la misma para asegurar, en uso, la generación de flujo supersónico del fluido de transporte en el mismo, estando la tobera y la cámara de mezcla dispuestas y configuradas de tal manera que, en uso, se crean un régimen de flujo de gotitas dispersas y una onda de choque supersónica dentro la cámara de mezcla por la introducción del fluido de transporte, a través de la tobera y condensación subsiguiente del mismo y por lo cual se crea una sección pseudo-convergente-divergente en el flujo de fluido de trabajo en la cámara de mezcla por la introducción del fluido de transporte a través de la tobera.

El fluido de transporte es preferentemente un fluido condensable y puede ser un gas o vapor, por ejemplo vapor de agua, que puede introducirse de manera continua o discontinua.

En o cerca del punto de introducción del fluido de transporte, por ejemplo inmediatamente aguas abajo del mismo, se genera una pseudo-vena contracta o sección pseudo-convergente/divergente, similar a la sección convergente/divergente de los eyectores de vapor de agua convencionales pero sin las restricciones físicas asociadas con los mismos ya que la sección relevante está formada por el efecto del vapor de agua que impacta sobre el fluido de trabajo o proceso. Por consiguiente, el dispositivo de desplazamiento de fluido de la presente invención es más versátil que los eyectores convencionales en virtud de un límite interno flexible. El límite flexible se encuentra entre el fluido de trabajo en el centro y la pared sólida de la unidad, y permite que las perturbaciones o fluctuaciones de presión en el flujo de fases múltiples se acomoden mejor que para una pared sólida. Esto reduce ventajosamente la velocidad sónica dentro del flujo de fases múltiples, resultando en mejor dispersión de gotitas, aumentando la longitud de la zona de transferencia de cantidad de movimiento, produciendo así una onda de choque más intensa. Por consiguiente, la situación e intensidad de la onda de choque es variable dependiendo de los requisitos específicos del sistema en el que está dispuesto el dispositivo de desplazamiento de fluido.

El mecanismo de la presente invención radica en una combinación de efectos para lograr su alta versatilidad y rendimiento, particularmente transferencia de calor, cantidad de movimiento y masa que da lugar a la generación de la onda de choque y también asegura cizallamiento del flujo de fluido de trabajo sobre una base continua por dispersión y/o disociación de cizalla.

La intensidad de la onda de choque supersónica se puede controlar manipulando los diversos parámetros reinantes dentro del sistema cuando está en funcionamiento. Por consiguiente, pueden regularse el caudal, la presión y la calidad, es decir, en el caso de vapor de agua la sequedad, del fluido de transporte para dar la intensidad de onda de choque

requerida. A este respecto, la intensidad de la onda de choque se refiere esencialmente a su grado de desarrollo dentro y a través del conducto y la cámara de mezcla. Por ejemplo, la onda de choque puede desarrollarse por toda la sección o puede hacerlo sólo parcialmente proporcionando un núcleo central que está abierto. La intensidad de la onda de choque puede, por lo tanto, ser variable dependiendo de la tarea particular que tiene que realizar el dispositivo de desplazamiento de fluido. Además, la intensidad de la onda de choque también puede determinarse o definirse por su posición dentro o posiblemente sin el conducto o la cámara de mezcla. Como se indicó más arriba, la situación de la onda de choque puede ser manipulada de acuerdo con los requisitos y no está limitada por las restricciones físicas de los eyectores convencionales ya que la pseudo-vena contracta es de dimensión variable.

La onda de choque supersónica constituye en un aspecto de su función una barrera a través o por la cual se produce flujo de fluido sólo en una dirección y en ese sentido puede ser considerada como una válvula unidireccional, no habiendo posibilidad diseñada de reflujo a través de la onda de choque. Además, la condensación de vapor de agua que precede inmediatamente a la creación de una onda de choque supersónica proporciona un mecanismo de autoinducción por el cual el fluido de transporte es introducido por la misma onda de choque que produce el fluido y por consiguiente se autoperpetúa hasta cierto punto cuando está en funcionamiento. Es predominantemente la posición e intensidad de la onda de choque lo que dicta el gradiente de presión obtenido a través de la unidad, que a su vez define las capacidades de presión y altura manométrica de aspiración y caudal de la unidad.

El conducto puede ser de cualquier forma de sección transversal conveniente adecuada para la aplicación particular del dispositivo de desplazamiento de fluido. La forma del conducto puede ser circular, rectilínea o cualquier forma intermedia, por ejemplo curvilínea.

Preferentemente, la tobera está ubicada lo más cerca posible a la superficie proyectada del fluido de trabajo en la práctica y en este sentido es ventajosa una separación de filo de cuchilla entre el fluido de transporte o vapor de agua y la corriente de fluido de trabajo para lograr el grado de interacción requerido. La orientación angular de la tobera con respecto a la corriente de fluido de trabajo es de importancia y puede ser poco pronunciada.

En algunas realizaciones de la presente invención está provista una serie de toberas en el sentido de la longitud del conducto y la geometría de las toberas puede variar de una a otra dependiendo del efecto deseado. Por ejemplo, la orientación angular puede variar de una a otra. Las toberas pueden tener diferentes geometrías para proporcionar diferentes efectos, es decir, diferentes características de rendimiento, con condiciones paramétricas de vapor de agua posiblemente diferentes. Por ejemplo, algunas toberas pueden ser accionadas para el propósito de calentamiento mientras que otras se usan simultáneamente para mezclar o desintegrar, por ejemplo. Cada tobera tendrá una sección de cámara de mezcla aguas abajo de la misma. En el caso en que esté provista una serie de toberas, el número de toberas operacionales es variable.

La tobera puede ser de una forma que corresponda con la forma del conducto y así, por ejemplo, un conducto circular estaría provisto ventajosamente de una tobera anular que lo circunscribe. El término "anular" tal como se usa en este documento se considera que abarca cualquier configuración de tobera o toberas que circunscribe el conducto del dispositivo de desplazamiento de fluido.

En el caso de un conducto rectilíneo, que puede tener una gran proporción de anchura a altura, estarían provistas toberas al menos en cada pared transversal, pero no necesariamente en las paredes laterales, aunque la invención contempla opcionalmente una circunscripción total del conducto por la tobera independientemente de la forma.

La o cada tobera puede ser continua o puede ser discontinua en forma de una pluralidad de aberturas, por ejemplo segmentadas, dispuestas en un diseño de circunscripción que puede ser circular. En cualquier caso, cada abertura puede estar provista de álabes helicoidales formados para dar en la práctica una turbulencia al flujo del fluido de transporte. Como alternativa adicional, la tobera puede circunscribir el conducto en forma de una espiral continua a lo largo de una longitud del conducto, estando formada la abertura de la tobera en la pared del conducto.

La o cada tobera puede ser de una geometría convergente-divergente por el interior de la misma, y en la práctica la tobera está configurada para dar el flujo supersónico de fluido de transporte dentro del conducto. Para una condición de vapor de agua dada, es decir sequedad, presión y temperatura, la tobera está configurada preferentemente para proporcionar el chorro de vapor de agua de velocidad más alta, la caída de presión más baja y la entalpía más alta.

Sólo por ejemplo, y no a modo de limitación, una proporción de área óptima para la tobera, concretamente el área de salida: el área de garganta está comprendida en el intervalo de 1,75 y 7,5, con un ángulo incluido de menos de 9°.

La o cada tobera está orientada convenientemente hacia el flujo ya que esto ocasiona penetración del fluido de trabajo e impide ventajosamente tanto disipación de energía cinética sobre la pared del conducto como condensación prematura del vapor de agua en la pared del conducto, donde reina un diferencial de temperatura adverso. La orientación angular de las toberas se selecciona para rendimiento óptimo que depende, entre otras cosas, de la orientación de la tobera y la geometría interna de la cámara de mezcla. Además, la orientación angular de la o cada tobera se selecciona para controlar el perfil pseudo-convergente/divergente y la posición de la onda de choque de condensación de acuerdo con la presión y caudales requeridos del dispositivo de desplazamiento de fluido. Por otra parte, la creación de turbulencia, gobernada entre otras cosas por la orientación angular de la tobera, es importante para lograr rendimiento óptimo por dispersión del fluido de trabajo para aumentar la aceleración por transferencia de cantidad de movimiento.

Este aspecto es de particular importancia cuando el dispositivo de desplazamiento de fluido se emplea como bomba. Por ejemplo, y no a modo de limitación, en la presente invención se ha descubierto que una orientación angular para la o cada tobera puede estar comprendida en el intervalo de 0 a 30°.

5 Una serie de toberas con secciones de cámara de mezcla respectivas asociadas con las mismas puede estar provista en el sentido longitudinal del conducto y en este caso las toberas pueden tener diferentes orientaciones angulares, por ejemplo disminuyendo desde la primera tobera en dirección de aguas abajo. Cada tobera puede tener una función diferente de la otra u otras, por ejemplo bombeo, mezcla, desintegración, y puede ser puesta en funcionamiento selectivamente en la práctica. Cada tobera puede estar configurada para dar los efectos deseados al fluido de trabajo. Además, 10 en un sistema de toberas múltiples, mediante la introducción del fluido de transporte, por ejemplo vapor de agua, puede lograrse calentamiento por fases. Este procedimiento puede ser deseable para proporcionar un calentamiento gradual del fluido de trabajo.

15 La geometría de la cámara de mezcla está determinada por el rendimiento de salida deseado y proyectado y para concordar con las condiciones de vapor de agua y la geometría de tobera diseñadas. En este sentido, se apreciará que existe un efecto combinatorio entre las diversas características geométricas y su efecto sobre el rendimiento, concretamente existe interacción entre los diversos parámetros de diseño y rendimiento teniendo consideración debida a la función definida del dispositivo de desplazamiento de fluido.

20 En la ubicación de la o cada tobera en el conducto, la dimensión del conducto es mayor que aguas arriba o aguas abajo de la misma ya que este aumento compensa el volumen adicional de fluido introducido. Sin embargo, el área de la sección transversal de la cámara de mezcla está siempre en consonancia con o es mayor que el área de la sección transversal del conducto, por lo cual cualquier material que entra en el conducto no encuentra restricción. El área de la sección transversal de la cámara de mezcla puede variar con la longitud y puede tener diferentes grados de reducción a lo largo de su longitud, es decir, la cámara de mezcla puede estrecharse en diferentes ángulos en diferentes puntos 25 a lo largo de su longitud. La cámara de mezcla se estrecha desde la ubicación de la o cada tobera y la relación de estrechamiento se selecciona de manera que la velocidad del flujo de fases múltiples y la distribución de presión de la onda de choque de condensación se mantiene en su posición óptima. Este punto se encuentra en la zona de la garganta de la cámara de mezcla, pero la invención también prefigura una posición diferente, por ejemplo justo después de la garganta. Como se ha indicado hasta este momento, la intensidad de la onda de choque es controlable y asociada con su situación dictará sus características de rendimiento. Como se prefiguró más arriba, la onda de choque supersónica puede no extenderse por la totalidad de la dimensión transversal del conducto o la cámara de mezcla y puede asemejarse a un anillo, por ejemplo puede ser similar a una forma de toro con un relieve central. La regulación 30 de la onda de choque es un factor determinante del rendimiento del dispositivo de desplazamiento de fluido y a su vez está dictada por su aplicación particular.

La cámara de mezcla de la presente invención puede ser de longitud variable para proporcionar un control sobre el punto en el que se produce el colapso o implosión del vapor de agua, es decir condensación y caída de presión, afectando así a la extensión de la onda de choque supersónica y el rendimiento del dispositivo de desplazamiento de 40 fluido. La longitud de la cámara de mezcla se elige así para proporcionar el rendimiento óptimo respecto a transferencia de cantidad de movimiento. En algunas expresiones de la invención la longitud puede ser ajustable *in situ* en lugar de estar prediseñada para proporcionar una medida de versatilidad. El colapso del vapor de agua da lugar a una fuerza implosiva que también influye en el fluido de trabajo atrapado dentro de la corriente de vapor de agua que circunscribe hasta el punto de que tiene lugar un efecto de estricción. Por consiguiente, el colapso de vapor de agua está concentrado 45 y el fluido de trabajo inducido de ese modo está dirigido.

Puede estar provisto un sombrerete aguas abajo de la salida del conducto para aumentar el efecto de colapso y para aprovechar la presión y para acelerar un volumen adicional de la corriente de fluido de trabajo.

50 El dispositivo de desplazamiento de fluido también puede estar provisto de una tobera de entrada de fluido, por ejemplo para la introducción de aire o gas o hasta un líquido, provista en el conducto entre medias de la entrada y la salida. La tobera de fluido puede circunscribir el conducto y por lo tanto puede ser de una forma anular y puede estar situada aguas arriba y/o aguas abajo de y/o coincidente con la tobera para el fluido de transporte o el vapor de agua.

55 La entrada de fluido u otras entradas que pueden estar provistas en el conducto pueden usarse para la introducción de otros gases o líquidos o de otros aditivos que pueden ser, por ejemplo, sustancias de tratamiento para el fluido de trabajo o pueden ser partículas en polvo o forma pulverulenta y usarse para inocular o ser mezcladas con el fluido de trabajo. Las otras entradas pueden emplearse además o alternativamente para la introducción de más fluido de trabajo. Los fluidos u otros aditivos son arrastrados dentro del fluido de trabajo por la baja presión creada dentro de la unidad, 60 típicamente, por ejemplo, alrededor de 0,2 bares. Los fluidos o aditivos también pueden ser presurizados por un medio externo y bombeados dentro del fluido de trabajo, si así se requiere.

En una realización más de la presente invención el dispositivo de desplazamiento de fluido está dispuesto dentro de una cámara provista de una entrada y una salida, divergiendo la entrada hacia una sección central de sección transversal constante en la que está ubicado el dispositivo de desplazamiento de fluido y convergiendo la cámara hacia la salida 65 de la misma. En esta disposición el fluido de trabajo es inducido a través del dispositivo de desplazamiento de fluido y también alrededor de 61 dentro de los límites de la cámara cuya salida no es menor que su entrada.

El dispositivo de desplazamiento de fluido de la presente invención también puede usarse en aplicaciones de calentamiento donde se emplea el calor, en el caso de vapor de agua cuando se usa como el fluido de transporte, ya que necesariamente el fluido de trabajo recibirá calor del vapor de agua. El calor del vapor de agua también puede tener efectos ventajosos sobre las propiedades físicas del fluido de trabajo; por ejemplo, puede reducirse la viscosidad del fluido de trabajo.

Según un segundo aspecto de la presente invención un procedimiento de desplazamiento de un fluido de trabajo incluye presentar un dispositivo de desplazamiento de fluido al fluido, teniendo el dispositivo de desplazamiento un conducto de paso recto de sección transversal sustancialmente constante, aplicar una corriente que circunscribe sustancialmente de un fluido de transporte al conducto a través de una tobera anular, causar el colapso del fluido de transporte del mismo para crear una zona de baja presión para inducir de ese modo flujo de fluido de trabajo a través del conducto, generar un régimen de flujo de gotitas dispersas y una onda de choque supersónica dentro de una cámara de mezcla aguas abajo de la tobera, inducir flujo del fluido de trabajo a través del conducto desde una entrada hasta una salida del mismo, y modular la onda de choque para variar la descarga de fluido de trabajo desde la salida.

El fluido de transporte es preferentemente un fluido condensable y puede ser un gas o vapor, por ejemplo vapor de agua.

La capacidad térmica del fluido de trabajo es generalmente suficiente para producir el resultado deseado en términos del efecto de condensación. Sin embargo, en aquellos casos en los que esa capacidad pudiera ser insuficiente, la invención incluye la etapa de introducir fluido de trabajo adicional u otro fluido de trabajo, por ejemplo agua, en una ubicación aguas abajo de la introducción del fluido de transporte, por ejemplo vapor de agua, para proporcionar enfriamiento rápido adicional del vapor de agua para ofrecer el resultado requerido.

El procedimiento de la presente invención implica la transferencia de energía al fluido de trabajo por una combinación de transferencia de calor, cantidad de movimiento y masa a medida que el fluido de transporte, por ejemplo vapor de agua, es acelerado a velocidades supersónicas y dirigido por la tobera dentro del fluido de trabajo o proceso. La mezcla resultante de los fluidos de transporte y trabajo es acelerada dentro de la sección pseudo-convergente antes de que decelere como resultado de pérdidas por cizalla, condensación de vapor de agua, y transferencia de masa. Es el aspecto de deceleración de la invención el que tiene como resultado la generación de la onda de choque supersónica.

Al llevar a cabo el procedimiento de la presente invención se ocasiona la creación de una onda de choque, más el control de su posición e intensidad, por el diseño de la tobera que interactúa con el ajuste de las condiciones paramétricas deseadas, por ejemplo, en el caso de vapor de agua como el fluido de transporte, la presión, la sequedad o la calidad del vapor de agua, la temperatura y el caudal para lograr el rendimiento requerido de la tobera de vapor de agua.

El dispositivo de desplazamiento de fluido de la presente invención puede emplearse en una diversidad de aplicaciones que abarcan desde propulsión marina, donde el dispositivo de desplazamiento está sumergido dentro de una masa de fluido, concretamente el mar o lago u otra masa de agua, hasta su uso como bomba o mezclador o aireador. En su aplicación para bombear una diversidad de fluidos de trabajo puede ser desplazado y puede incluir líquidos, líquidos con sólidos en suspensión, suspensiones acuosas espesas, lodos y similares. Una ventaja del conducto de paso recto del dispositivo de desplazamiento es que puede tener en cuenta el material que podría encontrar su camino dentro del conducto. La velocidad y presión generadas dentro del conducto y aumentadas por el colapso del fluido de transporte o vapor de agua son tales que aseguran el desplazamiento rápido a través del conducto. Tal ventaja también es de particular importancia en el uso del dispositivo de desplazamiento de fluido como unidad de propulsión en el campo marino donde los restos flotantes y la echazón pueden ser un problema grave que inhibe el funcionamiento suave de unidades de propulsión más convencionales.

Se ha descubierto que la presente invención, en virtud del efecto de cizallamiento en combinación con la onda de choque, proporciona un mecanismo que ocasiona capacidad para deshacer cualquier material friable o que puede desintegrarse fácilmente que pueda haber entrado en el conducto, teniendo la combinación del efecto de cizallamiento, concretamente un efecto de dispersión de cizalla y/o disociación, y la onda de choque, un efecto de desintegración sobre el material.

El efecto de desintegración de la onda de choque supersónica ayuda al transporte de materiales que si no serían considerados como difíciles, por ejemplo suspensiones acuosas espesas, lodos tanto primarios como secundarios, aguas negras sin tratar o lodo de aguas negras ya que la invención proporciona la capacidad de deshacer los sólidos para eliminación más fácil. En un ejemplo más procedente de la industria de aguas residuales este efecto puede emplearse para desintegración de aglomerados y otra reducción de tamaño de partículas en digestores aeróbicos y anaeróbicos. La combinación de desintegración y calentamiento del lodo tiene un beneficio añadido de aumentar la actividad biológica del lodo, mejorando de ese modo la generación de biogás dentro del digestor. Cualquier torta de filtración generada en el procedimiento de tratamiento de aguas negras o, de hecho, cualquier otro procedimiento, también es una candidata para desintegración usando el dispositivo de desplazamiento de fluido de la invención.

Al mismo tiempo se ha descubierto que la invención también tiene aplicación a la destrucción de bacterias nocivas, por ejemplo *E. coli*, o el control de acumulación filamentososa en la industria de aguas residuales. El mecanismo de cizallamiento proporcionado por la presente invención asociado con el gradiente de presión a través de la onda de

choque destruye eficazmente las bacterias en el flujo de fluido. El aporte de calor del fluido de transporte, normalmente vapor de agua, aumenta este efecto destructivo de bacterias asegurando de ese modo la esterilización del fluido de trabajo. El efecto esterilizante podría aumentarse más con el arrastre de sustancias químicas u otros aditivos que se mezclan dentro del fluido de trabajo.

5

La presente invención también puede usarse para el control y destrucción de organismos. Por ejemplo, la presente invención puede usarse para bombeo y tratamiento de agua de lastre procedente de embarcaciones marinas. La combinación del mecanismo de cizallamiento, la onda de choque y el aporte de calor destruirá los organismos transmitidos por el agua como caracoles y artemias. Este efecto podría aumentarse más con la introducción de aire en el fluido de trabajo, causando de ese modo trauma por burbujas de aire y/o saturación de gas.

10

En la industria alimentaria, por ejemplo, la presente invención puede usarse para la pasteurización de productos potables y comestibles.

15

La invención permite además el tratamiento de líquidos que contienen material sólido de un tamaño y caudal mayores que los que son posibles con equipamiento convencional ya que la acción de desintegración se produce a través de una mayor sección transversal de conducto que la disponible convencionalmente. Además, cualquier material imprevisible que pueda entrar en el dispositivo de desplazamiento de fluido puede ser acomodado sin daño ya que el dispositivo de desplazamiento de fluido tiene poca o ninguna impedancia.

20

La invención también puede usarse para mezcla, dispersión o hidratación y de nuevo la combinación del mecanismo de cizallamiento y la presencia de la onda de choque proporciona el mecanismo para lograr el resultado deseado. A este respecto, el dispositivo de desplazamiento de fluido puede usarse para mezclar uno o más fluidos, uno o más fluidos y sólidos en forma de partículas, por ejemplo polvos. Los fluidos pueden estar en forma líquida o gaseosa. Se ha descubierto que el uso de la presente invención al mezclar líquido con un polvo en forma de partículas resulta una mezcla homogénea, aun cuando el polvo sea de material difícil de humedecer, por ejemplo goma de tragacanto que es un agente espesante. Este mecanismo también podría usarse, por ejemplo, en la fabricación de pinturas, donde pueden arrastrarse, mezclarse y dispersarse polvos y otros aditivos, como diluyentes.

25

30

El tratamiento del fluido de trabajo, por ejemplo calentamiento, dosificación, mezcla, dispersión, emulsión, etc., puede producirse en modo de tandas usando al menos un dispositivo de desplazamiento de fluido o por medio de una configuración en línea o continua usando uno o más dispositivos de desplazamiento de fluidos según se requiera.

35

Un uso adicional que puede darse a la presente invención es el de emulsión, que es la formación de una suspensión mezclando dos o más líquidos que no son solubles entre sí, concretamente pequeñas gotitas de un líquido (fase interior) están suspendidas en el otro líquido(s) (fase exterior). La presente invención ha logrado emulsión satisfactoria en ausencia de mezclas tensioactivas, aunque pueden usarse si se desea así. Se ha descubierto que la presente invención ha logrado la emulsión de sebo, aceites y grasas en agua a una condición homogeneizada con un tamaño de partículas inferior a 0,1 μm en una sola pasada a través del dispositivo de desplazamiento de fluido, sin el uso de un tensioactivo. Además, debido a la naturaleza de paso recto de la invención, no existe limitación sobre el tamaño de partículas que pueden ser tratadas, permitiendo tamaños de partículas hasta el tamaño del diámetro interior de la unidad mientras está teniendo lugar la emulsión.

40

45

El dispositivo de desplazamiento de fluido de la presente invención puede usarse simplemente para transportar sólidos en un medio portador líquido, por ejemplo pasta de papel de gran consistencia, partículas en agua u otro líquido, por ejemplo arena o grava (guijarros de 5 mm) en agua de hasta 80% de sólidos. Esta capacidad de alto contenido de sólidos es de particular importancia en algunas aplicaciones, por ejemplo cuando se usa para desplazar material radiactivo de tanques de recogida como parte de desmantelamiento nuclear. Hay menos líquido para separar en primer lugar de los sólidos y en consecuencia menos del que deshacerse con seguridad.

50

Un ejemplo más de capacidad de tratamiento de sólidos es el transporte de grano y grano dividido, donde la presente invención también podría utilizarse para separación de las cáscaras.

55

Además, el dispositivo de desplazamiento de fluido puede emplearse para lavar materiales particulados de suspensiones acuosas espesas para efectuar la separación de los elementos deseados de los elementos de desecho. Este uso tiene aplicación particular, pero no exclusiva, a sistemas de tratamiento mecánico mineral. Este uso también puede aplicarse a desaceitado de medios ricos en aceite, es decir, separar el aceite de otras partículas, por ejemplo arenas petrolíferas, cascarilla de laminación y derrames de petróleo de playas.

60

65

Aunque se ha puesto énfasis en el uso de un fluido de trabajo líquido, entra dentro del ámbito de la invención que el fluido de trabajo pudiera ser gaseoso, por ejemplo aire. A este respecto, el dispositivo de desplazamiento de fluido puede ser desplegado como extractor por medio del cual la inyección del fluido de transporte, por ejemplo vapor de agua, efectúa inducción de un gas para desplazamiento de una zona a otra. Un ejemplo de uso de este modo se halla en la extinción de incendios cuando se requiere extracción de humos en el lugar del incendio. La presente invención tiene el beneficio adicional de humedecimiento o enfriamiento rápido de atmósferas explosivas o tóxicas utilizando sólo el vapor de agua, o con agua arrastrada adicional y/o aditivos químicos. La última configuración podría usarse para poner las sustancias explosivas o tóxicas en solución para eliminación segura.

También para aplicaciones de extinción de incendios, el dispositivo de desplazamiento de fluido puede ser desplegado para introducir aire u otro gas en su conducto dentro del cual se introduce agua u otro fluido. Pueden explotarse las funciones de mezcla y desintegración de la invención por las cuales el efecto de cizallamiento mencionado anteriormente junto con el gradiente de presión a través de la onda de choque dan lugar a condiciones en las que el agua es atomizada por el fluido de transporte entrante, por ejemplo vapor de agua. La atomización del agua puede ser efectuada por su transporte con el aire de transporte y su paso a través de la onda de choque supersónica y/o por un efecto de cizallamiento. El efecto de atomización tal como se indicó anteriormente puede emplearse ventajosamente por los servicios de bomberos, por ejemplo, cuando se ocupan de un incendio o donde ha habido una fuga o escape de materiales químicos o biológicos en forma líquida o gaseosa. El aerosol atomizado proporciona una niebla que crea eficazmente una saturación general de la atmósfera reinante dando un resultado de humedecimiento completo. El efecto en el caso de incendio es apagar la combustión. En el caso en el que están implicados materiales químicos o biológicos, la niebla humedece los materiales y ocasiona su precipitación o neutralización. Podría proporcionarse tratamiento adicional por arrastre de aditivos químicos o biológicos dentro del fluido de trabajo.

Una vez que el incendio está bajo control o los materiales químicos o biológicos han sido neutralizados satisfactoriamente, el dispositivo de desplazamiento de fluido de la presente invención también puede usarse como medio de recogida y descarga del residuo líquido o gaseoso del lugar. Esto proporciona una nueva oportunidad para neutralizar el residuo en virtud del calor proporcionado por el vapor de agua, y también permite que se añadan más aditivos químicos o biológicos y se mezclen con los fluidos.

En esta área de uso también radica otra aplicación potencial en términos de generación de espuma para propósitos de extinción de incendios. Una mezcla fluida de agua con un agente espumante, y posiblemente aire, se mezclan dentro del dispositivo de desplazamiento de fluido usando el fluido de transporte, por ejemplo vapor de agua, en virtud de una combinación del efecto de cizallamiento y de la onda de choque supersónica.

El aspecto de paso recto de la invención tiene el beneficio adicional de ofrecer una restricción de flujo muy pequeña y por lo tanto una caída de presión insignificante, cuando un fluido se desplaza a través de ella. Esto es de particular importancia en aplicaciones donde el dispositivo de desplazamiento de fluido está ubicado en una canalización de proceso y se bombea fluido a través de él cuando el dispositivo de desplazamiento de fluido está apagado. Además, el diámetro interior despejado no ofrece impedancia para limpiar "raspadores" u otros dispositivos similares que pueden emplearse para limpiar la canalización.

A modo de ejemplo, más adelante se describen cuatro realizaciones de un dispositivo de desplazamiento de fluido según la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la Figura 1 es un alzado de la sección transversal de una primera realización;

la Figura 2 es un alzado de la sección transversal de una segunda realización con vistas respectivas mostradas desde los extremos;

la Figura 3 es un alzado de la sección transversal de una tercera realización con vistas respectivas mostradas desde los extremos;

la Figura 4 es un alzado de la sección transversal de una cuarta realización con vistas respectivas mostradas desde los extremos;

Se han usado números de referencia iguales para partes iguales a lo largo de toda la memoria descriptiva.

Haciendo referencia a la Figura 1, allí se muestra un dispositivo de desplazamiento de fluido 1 que comprende una carcasa 2 que define un conducto 3 que proporciona una entrada 4 y una salida 5, siendo el conducto 3 de sección transversal circular sustancialmente constante.

La entrada 4 está formada en el extremo frontal de un saliente 6 que se extiende dentro de la carcasa 2 y que define exteriormente al mismo una cámara impelente 8 para la introducción de un fluido de transporte, estando provista la cámara impelente 8 de una entrada 10. El saliente 6 define internamente al mismo parte del conducto 3. El extremo distal 12 del saliente 6 alejado de la entrada 4 está ahusado en su superficie relativamente exterior en 14 y define una tobera anular 16 entre ella y una parte ahusada correspondientemente 18 de la pared interior de la carcasa 2, estando la tobera 16 en comunicación fluida con la cámara impelente 8. La tobera 16 está conformada así para que en uso de flujo supersónico.

En funcionamiento, la carcasa 2 en una aplicación está dispuesta en una masa de un fluido de trabajo (no mostrado), por ejemplo agua, o la entrada 4 está conectada a una fuente de un fluido de trabajo o proceso como agua. La introducción del vapor de agua dentro del dispositivo de desplazamiento de fluido 1 a través de la entrada 10 y la cámara impelente 8 hace que se emita un chorro de vapor de agua por la tobera 16. Las características paramétricas del vapor de agua están seleccionadas por lo cual, en uso, se genera una onda de choque supersónica dentro del conducto 3 aguas abajo de la tobera 16 en una sección del conducto que funciona como cámara de mezcla (3A). En funcionamiento, la onda de choque se genera en la cámara de mezcla (3A) y se mantiene a una distancia apropiada dentro de la cámara de mezcla (3A). El chorro de vapor de agua que se emite desde la tobera ocasiona la inducción del fluido de

trabajo a través del conducto 3 el cual, debido a su dimensión constante, no presenta obstáculo al flujo. En algún punto determinado por el vapor de agua y las condiciones geométricas, y la proporción de transferencia de calor y masa, el vapor de agua se colapsa o implosiona y se condensa así para causando una reducción de presión. La condensación del vapor de agua se produce inmediatamente delante de la onda de choque que se forma así, que a su vez crea un alto gradiente de presión que aumenta la inducción de fluido a través del conducto 3.

Además, se ha observado que el colapso del vapor de agua, que es parte del mecanismo por el que funciona la invención, no da lugar a una estela reveladora y por lo tanto la firma fluida física del dispositivo de desplazamiento de fluido es así de bajo nivel.

La Figura 2 muestra una segunda realización similar a la ilustrada en la Figura 1 salvo que en la carcasa 2 están provistas una entrada 30 y una cámara impelente 32, junto con una tobera anular adicional 34 formada en una ubicación coincidente con la de la tobera 16. En este caso, en uso, se introduce aire en la tobera 34 desde la entrada 30 y la cámara impelente 32 y desde allí al conducto 3 para airear el flujo por lo cual se lleva a cabo una condición de tres fases constituida por la fase líquida de la masa de agua, el vapor de agua y el aire.

El uso de aire u otro gas puede ayudar a la supresión de cavitación, reduciendo así el deterioro físico de la carcasa cuando se produce cerca de la pared de la carcasa. A este respecto, la supresión de cavitación tiene el efecto beneficioso de reducir los niveles de ruido y, por consiguiente, de ese modo se disminuye la firma acústica del dispositivo de desplazamiento de fluido. Este atributo tendría beneficios en la práctica donde el dispositivo de desplazamiento se ha de usar en su aplicación de propulsión marina, particularmente cuando es deseable una baja señal.

El rendimiento de la presente invención puede ser complementado con la elección de los materiales de los que está construida. Aunque los materiales elegidos tienen que ser adecuados para la temperatura, presión de vapor de agua y fluido de trabajo, no existen otras restricciones sobre la elección. Por ejemplo, podrían usarse compuestos de alta temperatura para optimizar la atenuación de ruido para reducción de señal acústica aumentada en una aplicación marina.

La tobera 34 u otra tobera o toberas pueden formar alternativamente la entrada para otros fluidos, o sólidos que pueden fluir, como un polvo, para uso en propósitos de mezcla o tratamiento. Por ejemplo, puede estar provista una tobera de aire adicional en el conducto para proporcionar aireación del fluido de trabajo si es necesario. La colocación de la tobera adicional puede ser aguas arriba o aguas abajo de la tobera de fluido de transporte o, donde está provista más de una tobera adicional, la colocación puede ser tanto aguas arriba como aguas abajo dependiendo de los requisitos. En otra realización de la invención la tobera 34 se usa para introducir más fluido de trabajo u otro fluido, por ejemplo agua, en el caso de que la capacidad térmica del flujo de fluido de trabajo principal pueda ser insuficiente para asegurar el enfriamiento rápido del vapor de agua para proporcionar la succión requerida para el fluido de trabajo. Este procedimiento puede ser particularmente aplicable para líquidos de baja capacidad térmica o aquellos de viscosidad relativamente alta donde se requiere la adición de un fluido adicional, como agua, para reemplazar cualquier falta de enfriamiento rápido.

Haciendo referencia ahora a la Figura 3, el dispositivo de desplazamiento de fluido de la Figura 1 está provisto de un sombrerete troncocónico 40 adyacente a la salida 5 del conducto 3. Su disposición en esta ubicación permite una concentración adicional del efecto de inducción en virtud de que se introduce el fluido de trabajo no sólo a través de la entrada 4 sino también a través del anillo 42 formado entre la salida 5 y la pared interior del sombrerete 40. Se produce un efecto Venturi y de ese modo proporciona una aceleración adicional del flujo a través de la combinación de la carcasa y el sombrerete y así se aumenta el empuje. La posición del sombrerete puede variarse para producir el efecto deseado.

Con referencia a la Figura 4, la realización de la Figura 1 está dispuesta centralmente dentro de una envoltura 50 que tiene una parte de entrada divergente 52 que tiene una abertura de entrada 54, una parte central 56 de sección transversal constante, que conduce a una parte de salida convergente 58 que tiene una abertura de salida 60. En uso, las aberturas de entrada y salida 54 y 60 están en comunicación fluida con una masa de un fluido de trabajo entre las mismas o conectadas a un conducto. En funcionamiento, el fluido de trabajo es extraído a través de la envoltura 50, siendo inducido el fluido alrededor de la carcasa 2 y también a través del conducto 3 del dispositivo de desplazamiento que es de diseño similar al mostrado en la Figura 1. La parte convergente 58 de la envoltura proporciona un medio de aumento del efecto acelerador del dispositivo de desplazamiento de fluido y de ese modo mejora el empuje del flujo de fluido. Como alternativa a la configuración específica que se muestra en la Figura 4, la parte de entrada 52 puede presentar un ángulo menos pronunciado o incluso puede ser coincidente dimensionalmente con el diámetro interior total 56.

Ejemplo

Sólo a modo de ejemplo, hemos diseñado un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) que tiene un conducto central (3A) de 47 mm de diámetro interior para uso a 5 bares de presión de vapor de agua con una sequedad del 99%, teniendo la tobera anular una proporción de área de 1,9 con un ángulo incluido de 5,7° y una separación de garganta de 1,34 mm. El ángulo al que está orientada la tobera en relación con el eje del conducto de flujo (3) y al de la cámara de mezcla (3A) es 24°. La cámara de mezcla (3A) tiene un doble ahusamiento que empieza en 8° y se reduce a un ángulo incluido de 3° al 60% de su longitud, siendo la proporción de longitud a diámetro 2,13. Se ha descubierto que esta configuración proporciona un dispositivo de desplazamiento de fluido que ofrece mayor rendimiento que los sistemas

convencionales. Por ejemplo, el caudal bombeado del fluido de trabajo es típicamente del 40% al 100% superior a los sistemas convencionales, mientras que simultáneamente realiza otras funciones como calentamiento, mezcla, etc.

El rendimiento mejorado de la presente invención tiene el beneficio adicional sobre los sistemas convencionales en que requiere menos vapor de agua para lograr un rendimiento dado, es decir, se añade una proporción inferior de vapor de agua al fluido de trabajo. Típicamente, esta es aproximadamente el 1% en masa.

La presente invención proporciona el medio por el cual la generación de una onda de choque supersónica dentro del dispositivo de desplazamiento de fluido y su extensión desde el mismo con la condensación que conlleva del fluido de transporte, concretamente vapor de agua, se aumenta el empuje proporcionado en virtud de la transferencia de cantidad de movimiento del vapor de agua al fluido de trabajo dándole aceleración añadida. La acción de la onda de choque supersónica se puede controlar variando la geometría del dispositivo de desplazamiento de fluido y las condiciones paramétricas del fluido de transporte.

La presente invención difiere de la técnica anterior tal como se plasma en particular en la patente canadiense N° 833980 en que la situación de la onda de choque no es crítica; aunque su situación en la cámara de mezcla, equivalente a la zona de entrada cónica de Schutte y Koerting, es ventajosa, puede ser generada en cualquier posición deseada, produciéndose la velocidad supersónica sólo en la propia onda de choque. Aunque la geometría de la presente invención es de importancia no depende del uso de la configuración "Venturi" convencional de una zona de entrada convergente, una garganta y una zona de salida divergente que caracteriza y es la geometría esencial de la bomba de chorro de Schutte y Koerting. La bomba de chorro de Schutte y Koerting está dirigida específicamente a la situación precisa de la onda de choque para impedir condiciones de flujo discontinuo o errático.

En la presente invención, la velocidad supersónica y la generación de la onda de choque crean un efecto acelerador que es considerablemente ventajoso. Este modo de funcionamiento está, por consiguiente, en marcado contraste con el procedimiento de Schutte y Koerting que enseña precisamente en la dirección opuesta. Debe observarse que Schutte y Koerting consideran que tal efecto acelerador es perjudicial en términos de una reducción de eficiencia.

De hecho, el procedimiento de Schutte y Koerting afirma la existencia de un flujo discontinuo en virtud de la oscilación de la onda de choque dentro del difusor y el objetivo es suavizar el flujo. En contraposición, la presente invención no se basa en la ubicación precisa de la onda de choque dentro de los límites del aparato para que funcione satisfactoriamente. Además, parecería que la onda de choque de la técnica anterior se extendería en la práctica a través de toda la sección del difusor, y como el fluido bombeado es gas se generaría esta onda de choque de sección total. Como se prefiguró más arriba, la onda de choque de la presente invención puede no extenderse a través de toda la sección transversal de la cámara y puede estar constituida en forma de toro con una abertura central. Tal variación en el contorno de la onda de choque es totalmente aceptable en la presente invención y en ciertas aplicaciones puede ser particularmente ventajosa en términos de que la onda de choque se convierte en un umbral de transferencia de cantidad de movimiento en el punto de condensación de vapor de agua que crea por sí mismo un alto gradiente de presión, proporcionando el efecto implosivo e inductivo del mismo la aceleración pretendida de los fluidos.

La presente invención es por tanto versátil en contraste con la de Schutte y Koerting porque, como se mencionó anteriormente, la situación de la onda de choque no es crítica, permitiendo así una gama más amplia de parámetros de funcionamiento y, de hecho, aplicaciones, particularmente con respecto a los tipos de capacidad de tratamiento de fluidos. La versatilidad se logra por la generación de las secciones pseudo-convergentes/divergentes que proporcionan una flexibilidad de funcionamiento que no puede conseguirse por las técnicas convencionales como las ejemplificadas por Schutte y Koerting. El límite flexible dentro del régimen de flujo se puede controlar por el ajuste de los parámetros del fluido de transporte, a saber, la presión y/o el caudal del vapor de agua.

Es esta versatilidad la que permite que la presente invención se aplique en muchas aplicaciones diferentes en una amplia gama de condiciones de funcionamiento. Además, la forma del dispositivo de desplazamiento de fluido puede ser de cualquier forma conveniente adecuada para la aplicación particular. Por lo tanto, el dispositivo de desplazamiento de fluido puede ser circular, curvilíneo o rectilíneo, para facilitar la concordancia del dispositivo de desplazamiento de fluido con la aplicación específica o la adaptación de tamaño. La adaptación de tamaño es importante en términos de poder acomodarse fácilmente a diferentes capacidades diseñadas en contraste con el equipamiento convencional, por ejemplo un eyector, donde puede encontrarse dificultad importante en virtud de las limitaciones físicas impuestas por la misma naturaleza de su configuración. También es el caso que en el punto de generación de la onda de choque se produce un efecto de desintegración y para ciertas aplicaciones, por ejemplo aquellas en las que han de bombearse mezclas de fluido/sólidos, este efecto es ventajoso al facilitar y suavizar los patrones de flujo y, de hecho, al aumentar el rendimiento del mecanismo de bombeo. Además, en ciertas aplicaciones, la desintegración de los elementos sólidos de las mezclas es un objetivo y de primera consideración, y el frente de la onda de choque descompone eficazmente los sólidos en pedazos discretos. La ventaja de la presente invención en este sentido es que proporciona una dualidad de función en términos de suavizar el flujo y de cumplir con un requisito de aplicación de proceso.

La emulsión también es posible con el despliegue del dispositivo de desplazamiento de fluido de la presente invención basándose en un paso único, obviando esto la necesidad de proceso en múltiples etapas. En este contexto también se aumenta la mezcla de diferentes líquidos y/o sólidos mediante el dispositivo de desplazamiento de fluido en virtud de la combinación del mecanismo de cizallamiento y su onda de choque supersónica que efectúa la intimidad necesaria entre los componentes que se combinan como se ha ejemplificado hasta ahora.

El calentamiento de fluidos y/o sólidos puede efectuarse mediante el uso de la presente invención en virtud de la entrada de vapor de agua como el fluido de transporte y, por supuesto, en este sentido la invención tiene capacidad múltiple en términos de poder bombear, calentar, mezclar y desintegrar, efectuándose el ajuste pertinente por la modulación de las características del vapor de agua y de ese modo la variación de la situación de la onda de choque.

El uso de vapor de agua también es importante, por ejemplo, en la industria alimentaria donde es necesaria la “limpieza *in situ*” (conocida como “CIP”) de conductos usados para el transporte de ingredientes fluidos. El vapor de agua tiene una acción de barrido o fregado sobre las paredes del conducto y un beneficio de la presente invención es que no posee ninguna formación interna intrincada que pudiera constituir un área de deposición donde pueda acumularse materia contaminante. En otras palabras, el dispositivo de desplazamiento de fluido de la invención presenta un perfil interno despejado libre de cambios bruscos que pudieran albergar contaminantes.

El dispositivo de desplazamiento de fluido es capaz de funcionar con fluido de trabajo de temperaturas más altas que las asociadas con equipamiento convencional ya que para una entrada de vapor de agua dada la capacidad de tratamiento volumétrico del fluido de trabajo es mucho mayor y por lo tanto el fluido de trabajo asegura una mayor capacidad térmica para condensar el vapor de agua.

Por consiguiente, el dispositivo de desplazamiento de fluido es ventajoso no sólo en el tratamiento del fluido de trabajo sino también en la aplicación de limpieza mencionada anteriormente porque existe un efecto de esterilización. El funcionamiento de la planta de esterilización se conoce como “esterilización *in situ*” (conocida como “SIP”). La invención puede usarse así en modo doble para limpiar y para esterilizar y de ese modo en ciertas aplicaciones pasteurizar el fluido de trabajo, y de ese modo funciona como limpiador de vapor de agua *in situ* sin la necesidad de planta auxiliar. La ventaja añadida es que el dispositivo de desplazamiento de fluido es en sí mismo multifuncional y por lo tanto funciona como bomba simultáneamente con su funcionamiento como mecanismo de limpieza. La esterilización de equipamiento con el que está asociado el dispositivo de desplazamiento de fluido puede efectuarse en modo de tandas o continuo. Un agente limpiador, que es típicamente cáustico en la mayoría de las industrias, puede ser bombeado a través del equipamiento por medio del dispositivo de desplazamiento de fluido sin la necesidad de una bomba adicional. El dispositivo de desplazamiento de fluido tiene una ventaja sobre las bombas convencionales para esta aplicación debido a su falta de partes móviles y juntas dinámicas delicadas, que a menudo son sensibles a un entorno cáustico.

La presente invención tiene, por lo tanto, amplia aplicabilidad en industrias de diverso carácter que abarcan desde la industria alimentaria en un extremo de la cadena hasta la eliminación de residuos en el otro extremo.

Como se prefiguró en la descripción precedente, la presente invención también tiene aplicación potencial como herramienta de extinción de incendios en términos de proporcionar un medio de extracción de humo que tiene la ventaja tanto de humedecer como de precipitar las partículas transmitidas por gas en el humo. También puede usarse para atomizar agua produciendo de ese modo una niebla fina para aplicación a incendios para suprimir la combustión. Además, el dispositivo de desplazamiento de fluido puede aplicarse para hacer espuma de nuevo para uso en extinción de incendios, usándose la invención para mezclar el agente espumante con agua y posiblemente aire.

Como se ha indicado anteriormente, la presente invención posee varias ventajas en su modo operacional y en las diversas aplicaciones para las que es pertinente. Por ejemplo, la naturaleza de “paso recto” del dispositivo de desplazamiento de fluido que tiene una sección transversal sustancialmente constante, con el diámetro interior no reduciéndose nunca a menos que la entrada, significa que no sólo se podrán tratar fácilmente fluidos que contengan sólidos sino también cualquier material imprevisible será barrido a través del dispositivo de desplazamiento sin impedancia. El dispositivo de desplazamiento de fluido de la presente invención es tolerante a un amplio intervalo de tamaños de partículas y por lo tanto no está limitado como lo están los eyectores convencionales por la naturaleza restrictiva de sus secciones físicas convergentes/divergentes. El dispositivo de desplazamiento de fluido proporciona flexibilidad en virtud de las secciones pseudo-convergentes/divergentes para acomodarse a cualquier variación en el tamaño del material de tratamiento.

La supresión de cavitación efectuada por aireación del fluido de trabajo que también reduce las pérdidas por fricción superficial también disminuye su firma acústica y por consiguiente los beneficios se acumulan en términos de la aplicación de la invención en el campo de la propulsión marina. La supresión de cavitación también tiene beneficios al obviar la causa sus efectos físicos perjudiciales, como la corrosión por picaduras.

En el caso en el que sólo están presentes dos fases, la transferencia de energía del vapor de agua al fluido de trabajo sólo produce una estela transitoria y por consiguiente la firma del flujo físico del dispositivo de desplazamiento es pequeña y de corta duración. De nuevo se derivan beneficios de tal mecanismo.

La presente invención proporciona así una amplia aplicabilidad con rendimiento mejorado sobre las propuestas de la técnica anterior en el campo de los dispositivos de desplazamiento de fluidos.

Debe entenderse que la expresión “aireación” tal como se usa en este documento pretende contemplar la introducción de aire u otro gas dentro del fluido de trabajo.

Antecedentes citados en esta descripción

5 *Esta lista de antecedentes citados por el solicitante es sólo para conveniencia del lector. No forma parte del documento de Patente europea. Aun cuando se ha puesto mucho cuidado al recopilar los antecedentes, no pueden excluirse errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes niega toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patente citados en la descripción

- 10 • US2396290, Schwarz [0006]
- CA833980, [0007][0077]
- US3664768A, Mays [0008]
- 15 • JP4018400, Mitsui [0008]

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) que comprende:

un cuerpo hueco (2) provisto de un conducto de paso recto (3),

una entrada (4) en un extremo del conducto y una salida (5) en el otro extremo del conducto (3) para la entrada y descarga de un fluido de trabajo,

una tobera (16) que circunscribe sustancialmente y que se abre dentro de dicho conducto (3) entre medias de los extremos de entrada y salida (4, 5) del mismo, una entrada (10) que comunica con la tobera (16) para la introducción de un fluido de transporte, y

una cámara de mezcla (3A) que está formada dentro del conducto (3) aguas abajo de la tobera (16),

siendo la tobera (16) de geometría convergente-divergente en el interior de la misma para asegurar, en uso, la generación de flujo supersónico del fluido de transporte en el mismo,

caracterizado porque:

el conducto de paso recto es de sección transversal sustancialmente constante, y

estando la tobera (16) y la cámara de mezcla (3A) dispuestas y configuradas de tal manera que, en uso, se crean un régimen de flujo de gotitas dispersas y una onda de choque supersónica dentro la cámara de mezcla (3A) por la introducción del fluido de transporte a través de la tobera (16) y condensación subsiguiente del mismo y por lo cual se crea una sección pseudo-convergente-divergente en el flujo de fluido de trabajo en la cámara de mezcla (3A) por la introducción del fluido de transporte a través de la tobera (16).

2. Un dispositivo de desplazamiento de fluido según la Reivindicación 1 **caracterizado** porque la tobera (16) es una tobera de vapor de agua, la entrada (10) es una entrada de vapor de agua y el fluido de transporte es vapor de agua.

3. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 1 ó 2 **caracterizado** porque la forma del conducto (3) puede ser circular, curvilínea o rectilínea.

4. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque la tobera (16) está dispuesta de tal manera que, en uso, esté en adyacencia cercana a la superficie proyectada del fluido de trabajo.

5. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 4 **caracterizado** porque se proporciona una separación de filo de cuchilla entre el fluido de transporte o vapor de agua y el fluido de trabajo.

6. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque la tobera (16) es anular.

7. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 6 **caracterizado** porque la tobera (16) es una sola abertura.

8. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 6 **caracterizado** porque la tobera es discontinua para formar una pluralidad de aberturas.

9. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 7 u 8 **caracterizado** porque la o cada abertura está provista de álabes helicoidales para inducir turbulencia.

10. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las Reivindicaciones precedentes 1 a 5 **caracterizado** porque la tobera está formada helicoidalmente para circunscribir el conducto.

11. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque la tobera (16) está configurada para proporcionar el chorro de vapor de agua de velocidad más alta, la caída de presión más baja y la entalpía más alta.

12. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque la tobera (16) está angulada hacia el conducto (3).

13. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque está provista una pluralidad de toberas (16) separadas longitudinalmente del conducto (3), estando provista cada tobera de una sección de cámara de mezcla aguas abajo de la misma.

ES 2 287 521 T3

14. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 13 **caracterizado** porque las toberas (16) en diferentes ubicaciones a lo largo del conducto (3) tienen diferentes geometrías.

5 15. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque hay provista una o más toberas adicionales (34) entre medias de la entrada (4) y la salida (5) al conducto (3).

10 16. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 14 **caracterizado** porque la o cada tobera adicional (34) está ubicada aguas arriba y/o aguas abajo de la tobera (16) para el fluido de transporte o vapor de agua.

15 17. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque la dimensión de la sección transversal del conducto (3) en la ubicación de la tobera (16) para el fluido de transporte o vapor de agua es mayor que la de aguas arriba o aguas abajo de la misma.

18. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque el área de la sección transversal de la cámara de mezcla (3A) es igual o mayor que la del conducto (3).

20 19. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 18 **caracterizado** porque el área de la sección transversal de la cámara de mezcla (3A) varía con su longitud.

25 20. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según la Reivindicación 19 **caracterizado** porque el grado de variación difiere a lo largo de la longitud de la cámara de mezcla (3A).

21. Un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque está provisto un sombrerete (40) aguas abajo de la salida (5) del conducto (3).

30 22. Un procedimiento de desplazamiento de un fluido de trabajo que comprende las etapas de presentar un dispositivo de desplazamiento de fluido (1) al fluido, teniendo el dispositivo de desplazamiento un conducto (3) de paso recto, **caracterizado** porque el conducto de paso recto es de sección transversal sustancialmente constante y el procedimiento comprende además las etapas de aplicar una corriente que circunscribe sustancialmente de un fluido de transporte al conducto a través de una tobera anular (16) creando de ese modo una sección pseudo-convergente/divergente en el fluido de trabajo, causar el colapso del fluido de transporte para crear de ese modo una zona de baja presión para inducir flujo del fluido de trabajo a través del conducto (3), generar un régimen de flujo de gotitas dispersas y una onda de choque supersónica dentro de una cámara de mezcla (3A) aguas abajo de la tobera (16), inducir flujo del fluido de trabajo a través del conducto (3) desde una entrada (4) hasta una salida (5) del mismo, y modular la onda de choque para variar la descarga de fluido de trabajo desde la salida (5).

40 23. Un procedimiento según la Reivindicación 22, en el que el fluido de transporte es vapor de agua, y se hace que el vapor de agua colapse en virtud de la condensación del mismo para crear la zona de baja presión para inducir de ese modo fluido de trabajo a través del conducto (3).

45 24. Un procedimiento según la Reivindicación 22 ó 23 **caracterizado** porque la sección pseudo-convergente/divergente en el flujo de fluido presenta un límite flexible que se encuentra entre el fluido de trabajo y la pared del conducto.

50 25. Un procedimiento según la Reivindicación 23 **caracterizado** porque las características de presión, caudal, sequedad y/o temperatura del vapor de agua se varían para proporcionar el rendimiento requerido de la tobera de vapor de agua (16).

26. Un procedimiento según la Reivindicación 22, 23 ó 24 **caracterizado** porque se introduce fluido adicional dentro del conducto aguas abajo de la tobera (16) para el propósito de aumentar la condensación del vapor de agua.

55 27. Un procedimiento según la Reivindicación 26 **caracterizado** porque el fluido adicional es fluido de trabajo.

28. Un procedimiento según la Reivindicación 26 **caracterizado** porque el fluido adicional es agua.

60 29. Un procedimiento según la Reivindicación 22 ó 23 **caracterizado** porque se introduce(n) uno o más fluidos y/o sólidos adicionales dentro del conducto aguas arriba o aguas abajo de la tobera (16).

30. Un procedimiento según la Reivindicación 29 **caracterizado** porque el/los fluido(s) adicional(es) son en forma de uno o más líquidos.

65 31. Un procedimiento según la Reivindicación 29 **caracterizado** porque los sólidos adicionales son en forma de partículas.

32. Un procedimiento según la Reivindicación 29 **caracterizado** porque los sólidos adicionales son en forma pulverulenta.

ES 2 287 521 T3

33. Un procedimiento según la Reivindicación 29 **caracterizado** porque los sólidos adicionales son en forma gelatinosa y/o glutinosa.

34. Un procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 22 a 33 **caracterizado** porque el fluido de trabajo es un líquido.

35. Un procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 22 a 33 **caracterizado** porque el fluido de trabajo es una mezcla de un líquido y material de sólidos.

36. Un procedimiento según la Reivindicación 34 **caracterizado** porque la mezcla es una lodo o suspensión acuosa espesa.

37. Un procedimiento según la Reivindicación 34 **caracterizado** porque el material de sólidos es en forma de partículas.

38. Un procedimiento según la Reivindicación 34 **caracterizado** porque el material de sólidos es en forma pulverulenta.

39. Un procedimiento según la Reivindicación 34 **caracterizado** porque el material de sólidos es una sustancia grasa, aceite o grasa.

40. Un procedimiento según la Reivindicación 22 ó 23 **caracterizado** porque el fluido de trabajo es gaseoso.

41. Un procedimiento según la Reivindicación 39 **caracterizado** porque el fluido de trabajo gaseoso es aire.

42. Un procedimiento según la Reivindicación 39 **caracterizado** porque el fluido de trabajo gaseoso es humo.

43. Un procedimiento según la Reivindicación 33 **caracterizado** porque el fluido de trabajo incluye un agente espumante.

44. Un procedimiento de desplazamiento de un fluido de trabajo según la Reivindicación 22 ó 23 y una cualquiera de las Reivindicaciones 33 a 38 como dependientes de las mismas **caracterizado** porque el fluido de trabajo es calentado por el mismo.

45. Un procedimiento de desplazamiento de un fluido de trabajo según la Reivindicación 22 ó 23 y una cualquiera de las Reivindicaciones 33 a 38 como dependientes de las mismas **caracterizado** porque el material de sólidos se desintegra o se mezcla con el líquido portador.

46. Un procedimiento de desplazamiento de un fluido de trabajo según la Reivindicación 22 ó 23 y la Reivindicación 38 **caracterizado** porque la sustancia grasa, aceite o grasa del fluido de trabajo es emulsionada por el mismo.

47. Un procedimiento de desplazamiento de un fluido de trabajo según las Reivindicaciones 29 y 39 como dependientes de la Reivindicación 23 **caracterizado** porque el fluido de trabajo es aire y el líquido adicional es agua por el cual el agua es atomizada al encontrarse con el efecto de cizallamiento del vapor de agua y la onda de choque supersónica para generar de ese modo una niebla.

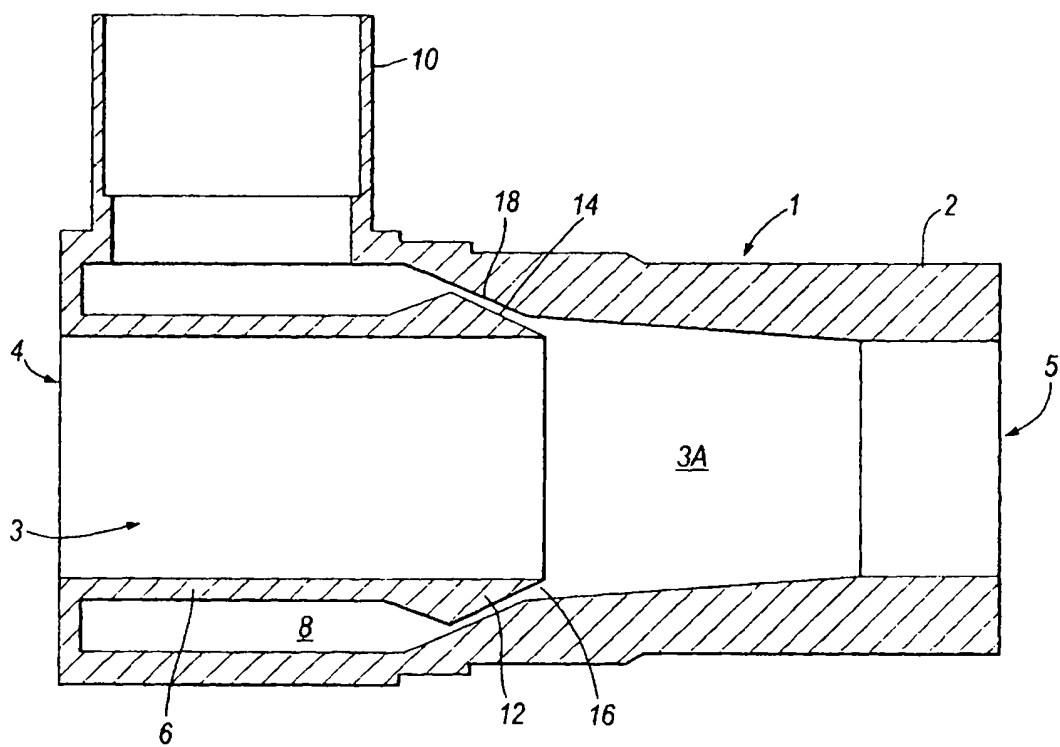


Fig.1

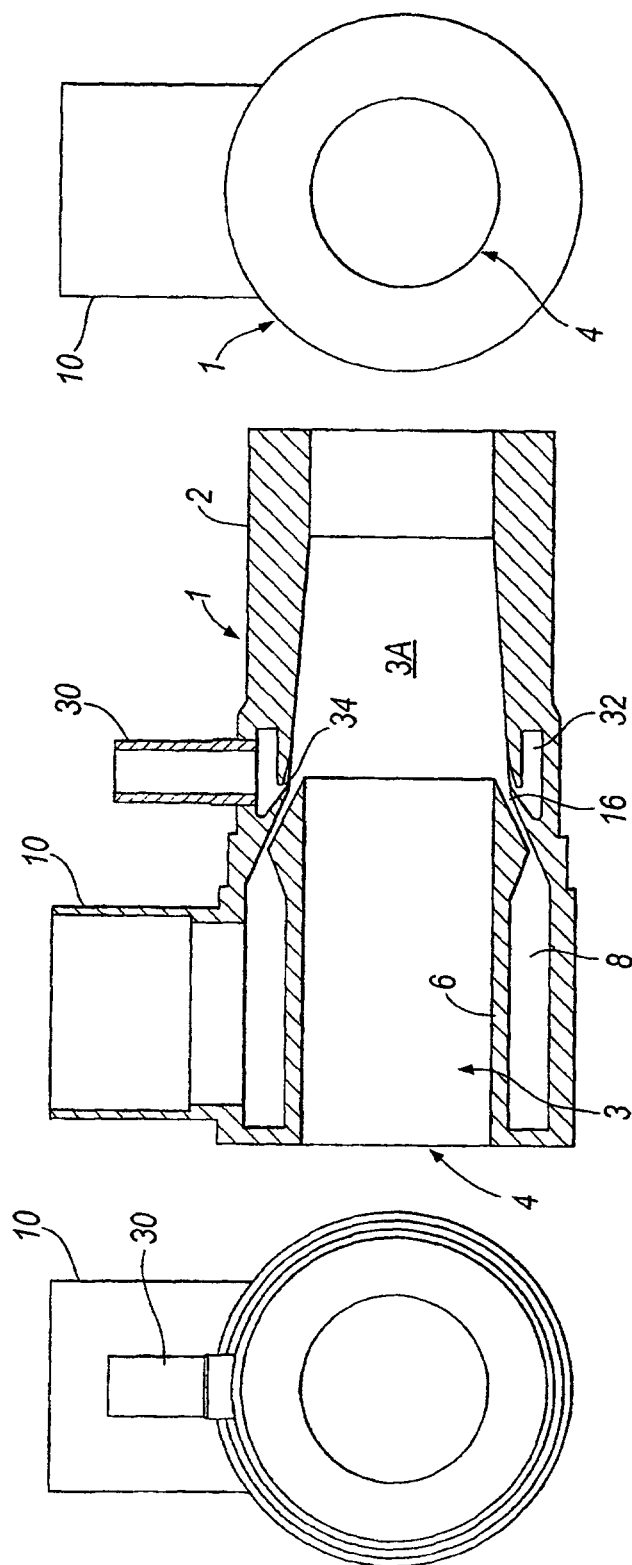


Fig.2

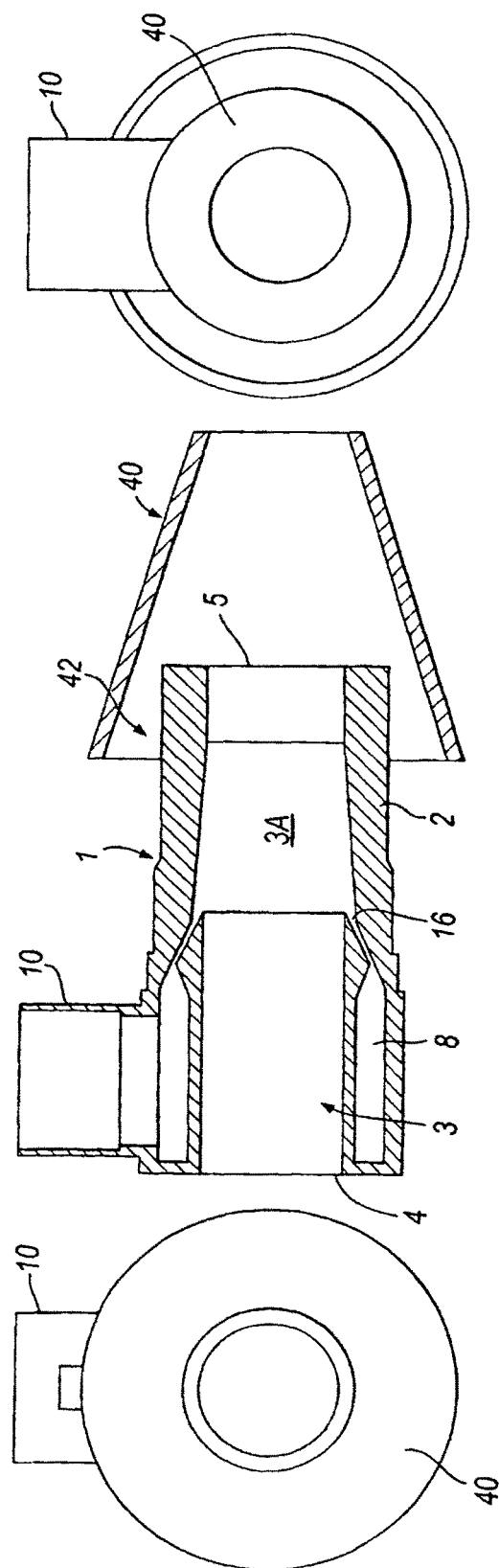


Fig.3

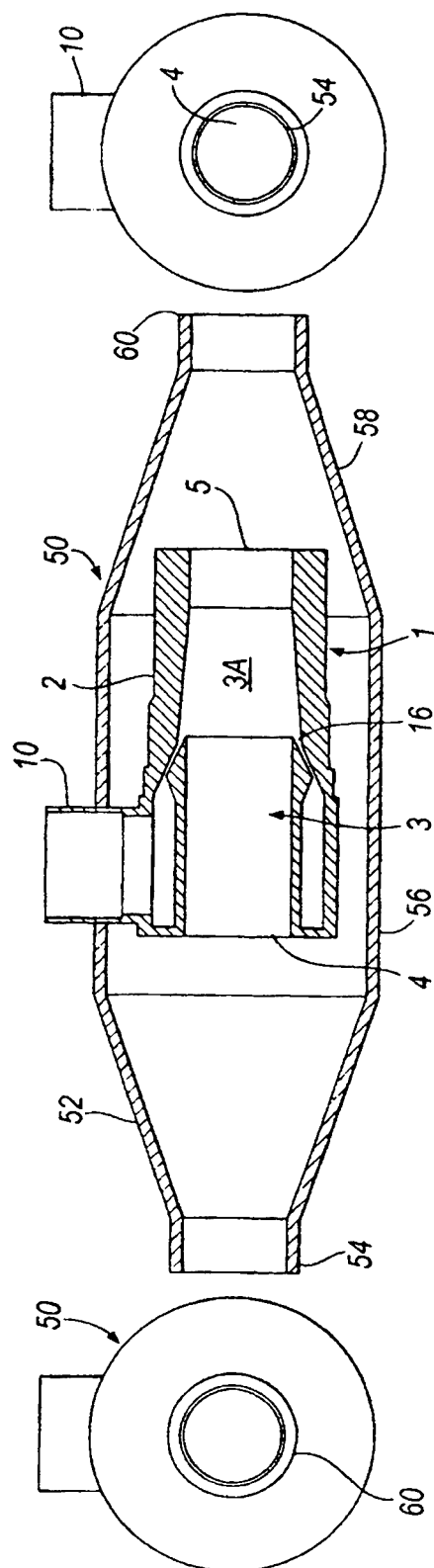


Fig. 4