

## DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA REGULAR PRESIÓN

La invención se refiere a un dispositivo para regular una disminución de presión en la dirección de flujo de un flujo de fluido. La invención también se refiere a un método para regular una disminución de presión en la dirección de flujo de un flujo de fluido por medio de este dispositivo.

De acuerdo con la técnica anterior, se obtiene una disminución de presión en la dirección de flujo de un flujo de fluido al guiar el flujo de fluido a través de una válvula/constricción. En la constricción/válvula, la velocidad de flujo incrementa y la presión disminuye. Sin embargo, esto da por resultado fuerzas de cizallamiento relativamente grandes en el fluido, que pueden ser indeseables o inadmisibles, por ejemplo, en el caso de una dispersión o un fluido tixotrópico o dilatante no newtoniano. La erosión resultante de las velocidades de flujo más altas en la posición de la constricción/válvula también puede formar un problema.

La disminución de presión por medio de una válvula se aplica, por ejemplo, en la extracción de petróleo. Con el fin de incrementar la producción de petróleo, se inyecta un flujo de agua en el suelo cerca de un pozo de petróleo mediante un inyector. El flujo de agua inyectada empuja el petróleo presente en el suelo al pozo de petróleo. En el punto de inyección, por ejemplo a una profundidad de 400 metros, la presión en el flujo de agua generalmente se debe disminuir. Esto se debe a que la presión en el flujo de agua que se aproxima es generalmente demasiado alta allí, entre otras razones debido a la alta presión estática, por ejemplo 40 bar (4000 kPa) en el caso de inyección a una profundidad de 400 metros. La disminución de presión en el flujo de agua se obtiene al guiar el flujo de agua a través de una válvula incorporada en el inyector. Ahora se ha descubierto que la acción de empuje de una dispersión de partículas de polímero en el agua sobre el petróleo presente en el suelo es mayor que la del agua por separado. Sin embargo, si esta dispersión se guía a través de la válvula, las partículas de polímero experimentan fuerzas de cizallamiento muy grandes, por lo que se fracturan/desintegran, lo cual es altamente indeseable.

La presente invención ahora proporciona una solución a los problemas indicados y tiene muchas otras opciones para su uso además del uso indicado en la extracción de petróleo.

La invención proporciona un dispositivo para regular una disminución de presión en la dirección de flujo de un flujo de fluido, caracterizado porque el dispositivo comprende una cámara, cuya cámara es alargada y tiene a lo largo de al menos la mayor parte de su longitud una sección transversal al menos sustancialmente redonda, cuya cámara se configura y es adecuada para tener al menos una parte del flujo de fluido a través de la misma, cuya cámara se proporciona con al menos una primera entrada configurada y adecuada para tener al menos una primera parte del flujo de fluido a través de la misma en la cámara, y cuya cámara también se proporciona con al menos una salida configurada y adecuada para tener al menos una parte del flujo de fluido a través de la misma fuera de la cámara. La invención también proporciona un método para regular una

disminución de presión en la dirección de flujo de un flujo de fluido por medio de este dispositivo, caracterizado porque el método comprende hacer que al menos una parte del flujo de fluido fluya a través de la cámara de modo que un primer vórtice que se extiende a lo largo de al menos la mayor parte de la cámara se produzca en la por lo menos una parte del flujo de fluido que fluye a través de la cámara.

El primer vórtice proporciona una absorción de energía que se distribuye sobre la cámara y, por lo tanto, una disminución de presión controlada y gradual. La invención se puede aplicar de manera especialmente ventajosa en el caso de que las fuerzas de cizallamiento y/o aceleraciones de flujo relativamente grandes sean indeseables o inadmisibles.

La invención se dilucida adicionalmente a continuación con base en modalidades de ejemplo. En las figuras:

La figura 1 muestra una sección transversal de un empleo de ejemplo de un dispositivo de acuerdo con la invención;

La figura 2 muestra una primera porción agrandada de esa sección transversal;

La figura 3 muestra una segunda porción agrandada de esa sección transversal;

La figura 4 muestra una vista en perspectiva de una primera parte del dispositivo;

La figura 5 muestra una vista en perspectiva de una segunda parte del dispositivo;

La figura 6 muestra una vista en perspectiva y secciones transversales de una modalidad alternativa de un primer inserto de acuerdo con la invención; y

La figura 7 muestra una sección transversal de una parte de una modalidad alternativa de un dispositivo de acuerdo con la invención que comprende una modalidad alternativa de un segundo inserto de acuerdo con la invención.

La modalidad de ejemplo de un dispositivo (1) de acuerdo con la invención mostrada en las figuras 1-5 es aquí un inyector para inyectar un flujo de líquido (2) profundamente en el suelo. El líquido es aquí una dispersión de partículas de polímero en el agua. De acuerdo con la invención, el dispositivo (1) comprende una cámara alargada (3), que tiene una forma cónica aquí, con un primer extremo externo más ancho (12) que se dirige hacia abajo en la situación de uso, y un segundo extremo externo más estrecho (13) que se dirige lejos del primer extremo externo (12) y se dirige hacia arriba en la situación de uso. El dispositivo (1) también comprende un número de aberturas de entrada (8) en las proximidades del segundo extremo externo (13) de la cámara (3), y una cantidad de aberturas de salida (10) en las proximidades del primer extremo externo (12) de la cámara (3). La cámara (1) se proporciona en el primer extremo externo (12) de esta con una primera entrada (4) y una salida (5) que se coloca centralmente con respecto a la cámara (3) y se forma aquí mediante un primer inserto (14). El dispositivo (1) también comprende un canal (9) que conecta las aberturas de entrada (8) a la primera entrada (4) y se extiende adyacentemente de la cámara (3) colocada excéntricamente en el dispositivo (1). La cámara (3) también se proporciona en el segundo extremo externo (13) de la misma con una segunda entrada (11) que se coloca

centralmente con respecto a la cámara (3) y está formada aquí por un segundo inserto (15). El dispositivo (1) aquí también comprende una segunda cámara (7) que forma una conexión entre la salida (5) y las aberturas de salida (10).

De acuerdo con un método conforme a la invención, se hace que un flujo de líquido (2) suministrado por medio de un conducto (no mostrado) fluya a través de las aberturas de entrada (8) hacia el dispositivo (1) con una presión interna más alta ( $P_1$ ) y fluya a través de las aberturas de salida (10) fuera del dispositivo (1) nuevamente con una presión interna más baja ( $P_2$ ). La caída de presión sobre el dispositivo (1) se obtiene en gran medida haciendo que el flujo de líquido (2) fluya a través de la cámara (3) y, en consecuencia, provocando un primer vórtice (6) que se extiende a lo largo de la longitud de la cámara (3). El primer vórtice (6) proporciona una absorción de energía que se distribuye sobre la cámara (3) y, por lo tanto, una disminución de presión controlada y gradual. Por lo tanto, las partículas de polímero experimentan solo fuerzas de cizallamiento relativamente pequeñas y, por lo tanto, no se fracturarán/desintegrarán en partículas más pequeñas, o difícilmente lo harán.

Una primera parte (2a) del flujo de líquido (2) se hace aquí para fluir a través de la primera entrada (4) en gran medida tangencialmente en la cámara (3) en el primer extremo externo (12) de la misma. Por lo tanto, se produce el primer vórtice (6) que se extiende a lo largo de la longitud de la cámara (3). En el segundo extremo externo a través del mismo hasta la salida (5) en el primer extremo externo (12) del mismo. Una segunda parte (2b) del flujo de líquido (2) se hace para fluir, aquí axialmente, en la cámara (3) a través de la segunda entrada (11), y luego para fluir a través de la misma, aproximadamente axialmente, a la salida (5).

La caída de presión sobre el dispositivo (1) está determinada, entre otros factores, por la relación mutua de la segunda parte (2b) del flujo de líquido (2), que fluye a través de la segunda entrada (11) aproximadamente axialmente en la cámara (3), y la primera parte (2a) del flujo de líquido (2), que fluye a través de la primera entrada (4) en gran medida tangencialmente en la cámara (3): cuanto mayor sea la segunda parte (2b), menor será la caída de presión. Esta relación mutua se determina, entre otros factores, por las resistencias de flujo de la primera entrada (4) y la segunda entrada (11). Por lo tanto, la caída de presión se puede cambiar, por ejemplo, al ajustar la resistencia al flujo de la segunda entrada (11). Esto se puede hacer, por ejemplo, al cambiar el segundo inserto (15) por uno diferente con una resistencia al flujo diferente, o cerrando la segunda entrada (11) completamente. La caída de presión también se puede cambiar, por ejemplo, al ajustar la resistencia al flujo de la salida (5), por ejemplo, al intercambiar el primer inserto (14) por uno diferente con una resistencia al flujo diferente.

Debido a que el ejemplo dado se refiere a un inyector para inyectar un flujo de líquido (2) profundamente en el suelo, es necesario que el diámetro del dispositivo (1) sea relativamente pequeño a lo largo de toda su longitud para poder encajar en un tubo de perforación de fondo de pozo, y que en la situación de uso las aberturas de entrada (8) estén situadas en el lado superior

del dispositivo (1) y las aberturas de salida (10) en el lado inferior del mismo, y que los grosores de pared sean suficientemente grandes, esto con respecto a las altas presiones que se presentan. El dispositivo (1) aquí cumple con todos estos requisitos. Esto se logra, entre otras cosas, por medio del canal (9) que conecta las aberturas de entrada (8) a la primera entrada (4) y que se extiende en las inmediaciones de la cámara (3) y paralela a la dirección longitudinal de la cámara (3), y por la colocación excéntrica de la cámara (3).

Debido a que en el ejemplo dado se hace uso de una dispersión de partículas de polímero en agua, la concentración de las partículas de polímero en el agua puede comenzar a variar sobre la cámara (3) como resultado de las fuerzas centrífugas que se presentan en la cámara (3) y la fuerza de gravedad, todo esto dependiendo del tamaño y el peso específico de las partículas de polímero. En la segunda cámara (7), que forma la conexión entre la salida (5) y las aberturas de salida (10), el líquido (2) que fluye desde la salida (5) se homogeneiza nuevamente, en la medida en que sea necesario. Debido a que el segundo extremo externo más estrecho (13) de la cámara (3) se dirige hacia arriba en la situación de uso, la suciedad que puede estar presente, tal como arena, no se acumulará en la misma.

La figura 6 muestra una modalidad alternativa del segundo inserto (15') que forma una modalidad alternativa de la segunda entrada (11'). La segunda entrada (11') se incorpora ahora de manera que la segunda parte (2b') del flujo de líquido (2) que fluye a través de la misma forma un segundo vórtice (6'') en la misma. La segunda parte (2b') del flujo de líquido (2) luego fluye, al menos en gran medida, tangencialmente en la cámara (3). La dirección de rotación del segundo vórtice (6'') es aquí la misma que la dirección de rotación del primer vórtice (6), por lo que las fuerzas de cizallamiento que se presentan en la segunda parte (2b') que fluyen hacia la cámara (3) son relativamente pequeñas en comparación con el dispositivo (1) mostrado en las figuras 1-5.

La figura 7 muestra una modalidad alternativa de un dispositivo de acuerdo con la invención que comprende una modalidad alternativa del primer inserto (14'), que aquí forma una modalidad alternativa de la salida (5'). La cámara (3) se proporciona ahora también en las proximidades del primer extremo externo (12) de la misma con una tercera entrada (4'') para tener una tercera parte (2a'') del flujo de líquido (2) que fluye a través de la misma en la salida (5'). La tercera entrada (4'') se incorpora y se coloca con respecto a la salida (5') de modo que la tercera parte (2a'') del flujo de líquido (2) fluya, al menos en gran medida, tangencialmente en la salida (5') y forme en la misma un tercer vórtice (6'''). La dirección de rotación del tercer vórtice (6''') en la salida (5') es aquí la misma que la dirección de rotación del primer vórtice (6') en la cámara (3). El componente axial de la dirección de flujo de la tercera parte (2a'') del flujo de líquido (2) que fluye en la salida (5') es aquí, sin embargo, opuesto a la dirección de flujo del flujo de líquido (2') que fluye desde la cámara (3) a través de la salida (5'), y por lo tanto provoca un incremento de la caída de presión sobre el dispositivo.

En términos más generales, se da el caso de que la conexión entre la caída de presión ("esfuerzo") y la velocidad de flujo ("flujo") está determinada principalmente por las formas, dimensiones y ubicaciones relativas de las cámaras, entradas, salidas, aberturas de entrada y aberturas de salida. Una característica operativa deseada del dispositivo, por ejemplo, se puede

**5** controlar además al ajustar o variar las direcciones de entrada o salida (axial / tangencial, "con el flujo"/"contra el flujo", "con la rotación"/"contra la rotación") o ajustar o variar las resistencias al flujo de entradas o salidas, de forma discreta (por ejemplo, al intercambiar insertos o al cerrarlos parcial o totalmente) o continua (por medio de construcciones/controles adecuados).

Además de la disminución de presión controlada y gradual, las fuerzas de cizallamiento

**10** relativamente pequeñas en el flujo de fluido y la erosión relativamente pequeña debido a las velocidades de flujo y aceleraciones de flujo relativamente bajas, la invención tiene aún más ventajas con respecto a la disminución de presión por medio de una válvula/constricción de acuerdo con la técnica anterior, estas que son:

- no es necesaria ninguna válvula (resorte);
- 15** - ninguna o pocas partes móviles;
- una estructura abierta sin, o con poca, posibilidad de bloqueo; y
- fácilmente escalable/controlable con respecto a la caída de presión y velocidad de flujo.

En otras modalidades, un vórtice también se puede producir, o se puede producir en parte, mediante medios proporcionados para este propósito, por ejemplo, hojas fijas o giratorias

**20** dispuestas en la cámara o por ejemplo en una entrada.

Será evidente que la invención no se limita a las modalidades de ejemplo dadas, sino que son posibles diversas variantes y combinaciones obvias para un experto en la técnica dentro del alcance de la invención.

#### Símbolos de referencia utilizados

- 25** 1 dispositivo
- 2 flujo de fluido
- 2a,2a' primera parte de 2 (que fluye a través de 4,4')
- 2b,2b' segunda parte de 2 (que fluye a través de 11,11')
- 2a" tercera parte de 2 (que fluye a través de 4")
- 30** 3 cámara
- 4,4' primera entrada
- 4" tercera entrada
- 5,5' salida
- 6,6' primer vórtice (en 3)
- 35** 6" segundo vórtice (en 11')
- 6"" tercer vórtice (en 5')
- 7 segunda cámara

- 8      abertura de entrada (de 1)
- 9      canal (entre 8 y 4)
- 10     abertura de salida (de 1)
- 11,11' segunda entrada
- 5**    12     primer extremo externo (de 3)
- 13     segundo extremo externo (de 3)
- 14,14' primer inserto (formas 5,5')
- 15,15' segundo inserto (formas 11,11')
- A      primera parte (de 1)
- 10**   B      segunda parte (de 1)
- P<sub>1</sub>     Flujo de fluido de entrada de presión
- P<sub>2</sub>     flujo de fluido de salida de presión