

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 514 345**

51 Int. Cl.:

B08B 9/032

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2012** **E 12004384 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014** **EP 2674228**

54 Título: **Procedimiento para la eliminación de depósitos y/o biopelículas en una tubería a través de impulsos de presión modulante**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2014

73 Titular/es:

HAMMANN GMBH (100.0%)
Zweibrückerstr. 13
76855 Annweiler am Trifels, DE

72 Inventor/es:

DIPL.ING. HAMMANN, HANS-GERD y
DR. KLEIN, NORBERT

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 514 345 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la eliminación de depósitos y/o biopelículas en una tubería a través de impulsos de presión modulante

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la eliminación de depósitos y/o biopelículas en una tubería a través de impulsos de presión modulante.

Se conocen desde hace mucho tiempo procedimientos y dispositivos para el lavado y limpieza de tuberías, en particular tuberías de agua potable a través de impulsar la tubería con impulsos de presión o mezclas de agua y burbujas de gas. Ya la publicación alemana PS 67368 describe un procedimiento para la eliminación de precipitaciones de lodo sólidas de tuberías a través de la introducción de una corriente con gases de condensación.

10 En el procedimiento se consigue una limpieza acelerada de tuberías, impulsando gases que no se condensan, que están bajo presión, como aire, ácido carbónico, etc. a través del conducto. En este caso se pretende una turbulencia fuerte de la mezcla de agua y burbujas de gas, para conseguir una acción de fricción fuerte.

En el documento DE 10 204 737 A1 se describen un procedimiento y un dispositivo para la limpieza de una tubería, en los que se realiza a una alimentación de un gas nitrógeno en la tubería a intervalos, siendo dividida la corriente de agua en la dirección del flujo a través de burbujas de gas nitrógeno. De esta manera aparecen en la tubería burbujas progresivas de agua y de nitrógeno, que conducen en virtud de velocidades de flujo muy similares a una formación de turbulencia fuerte, lo que tiene como consecuencia una disolución de los depósitos en la tubería. En el procedimiento, las burbujas de nitrógeno se forman después de la apertura de la válvula de intervalos en aproximadamente 2 a 5 segundos, de manera que la válvula de intervalos se puede cerrar de nuevo después de 15 este tiempo de apertura. En este caso es necesario un tiempo de bloqueo, para que se pueda formar en adelante la presión de 4 a 8 bares que es necesaria para impulsar el conducto. Solamente después de la expiración de este tiempo de bloqueo no se puede impulsar una nueva burbuja de nitrógeno en el conducto.

En el documento DE 372 25 49 A1 se realiza una limpieza a través de una alimentación pulsátil de aire comprimido en el líquido de lavado, siendo realizados los impulsos de presión del líquido de lavado o bien al mismo tiempo o 25 alternando con los impulsos de presión del aire comprimido.

En el documento DE 350 29 69 A1 se describe un procedimiento para la limpieza de tuberías con la ayuda de impulsos introducidos al mismo tiempo de un líquido y de un gas, en el que estos impulsos se mezclan para formar impulsos generales, que atraviesan la tubería de forma intermitente. En el procedimiento se descompone el impulso del líquido o bien el impulso del gas en varios impulsos individuales, con lo que debe elevarse la acción de la limpieza. Para el ahuecamiento, desprendimiento y aclarado de las sustancias sólidas que se sedimentan fijamente se realiza una introducción del agua y del aire en forma de impulsos rectangulares sucesivos, de manera que el agua y el aire se mezclan entre sí y atraviesan como impulsos generales la tubería hasta su extremo abierto. Los impulsos del aire están constituidos de varios impulsos individuales de las mismas distancias, de la misma amplitud y de la misma longitud.

En el documento DE 44 389 30 C2 se propone un procedimiento para la limpieza de tuberías de agua potable y para el lavado de redes de tuberías de agua potable, en el que la acción de limpieza del procedimiento de lavado se realiza por que en una corriente de agua se impulsa una burbuja de aire en la tubería, que tiene tendencia en sus bordes a mezclarse con el agua de lavar. La mezcla se realiza bajo relaciones de turbulencia y bajo la configuración de torbellinos, a través de los cuales se provocan fenómenos de cavitación, lo que conduce a una disolución de depósitos sueltos en la tubería. El conducto es impulsado en varios intervalos con burbujas de aire. La acción del procedimiento de lavado se basa principalmente en la introducción de burbujas de aire comprimidas mayores en agua corriente así como en cavitación. En algunos procedimientos similares se utiliza para la limpieza interior de tubos adicionalmente un agente abrasivo, en el que éste es enviado con al menos un fluido líquido y un fluido gaseoso a través de un tubo a limpiar (ver EP 0 634 229 A1). Un procedimiento similar se describe también en el 45 documento US 2005/0137104 A1.

En el documento EP 10 271 75 B1 se describe un procedimiento para la eliminación de biopelículas en tuberías, en el que se utiliza una combinación de un gas que está bajo presión y una solución de limpieza acuosa adecuada para generar un entorno turbulento sobre o en un tubo/manguera con una biopelícula o residuos sobre superficies interiore so exteriores, que elimina totalmente la biopelícula o los residuos. También el procedimiento descrito allí se parece al ya descrito anteriormente, puesto que también aquí se impulsa el aire que está bajo presión para la elevación de la acción de cizallamiento.

Procedimientos en los que se impulsa un conducto a través de secuencias alternas de bloques de gas y de agua son, además, componente de los documentos DE 10 2010 013167 A1, DE 10 2008 056523 A1, DE 10 2008 056522 A1 y DE 10 2008 048710 A1. En estos procedimientos se generan alternando bloques de gas y bloques de agua, que migran unos detrás de los otros a través del conducto y desprenden por medio de turbulencias en la superficie interior del conducto los depósitos o biopelículas.

Aunque los procedimientos descritos anteriormente, que describen una combinación de una alimentación de agua y alimentación de gas o bien como mezcla o como impulsos, presentan un éxito de limpieza elevado frente a un lavado con agua convencional, es necesario todavía siempre, especialmente en el caso de depósitos persistentes, como biopelículas, que el recorrido de lavado sea tratado durante tiempo prolongado o varias veces. Las velocidades de flujo conseguidas con este procedimiento no son suficientes para que el conducto sea limpiado con pocos impulsos. Un impulso del conducto con presiones muy alta so con un gran número de impulsos perjudica, sin embargo, por una parte, al conducto y, por otra parte, requiere también una necesidad de energía considerablemente más alta y gasto adicional en la realización. Especialmente en el caso de eliminación de biopelículas se alude, por lo tanto, a la adición adicional de productos de limpieza químicos, lo que no es satisfactorio.

La impulsión del tipo de impulsos de un conducto con impulsos de presión individuales conduce o bien a una mezcla con el agua que se encuentra en el conducto o a una secuencia de bloques de agua y de bloques de gas que atraviesan de forma intermitente el conducto. En este caso, la altura de la presión a impulsar está limitada a la anchura nominal y a la longitud respectiva del recorrido de lavado en el conducto. En particular, en el caso de depósitos muy persistentes, estos procedimientos no conducen a un resultado satisfactorio de la limpieza.

El documento US 2008/210262 A1 publica un procedimiento para la limpieza de una tubería, en el que la tubería es vaciada en una primera fase de preparación y a continuación es llenada parcialmente con un líquido de limpieza. En la fase de limpieza se incrementa la presión en un extremo de la tubería, mientras que se reduce la presión en el otro extremo de la tubería.

Ante estos antecedentes, el problema de la presente invención es indicar un procedimiento mejorado con respecto al estado conocido de la técnica, que se basa en la alimentación de gas, para la eliminación de depósitos y/o biopelículas en una tubería, en el que se puede realizar una acción de limpieza incrementada con un gasto de energía y de tiempo al mismo tiempo admisible.

Este problema se soluciona por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Las formas de realización preferidas se reproducen en las reivindicaciones dependientes.

El procedimiento de acuerdo con la invención consta de una fase de preparación y de una fase de limpieza que se conecta a continuación y se basa esencialmente en que el conducto a limpiar es tratado con un volumen de gas esencialmente dominante que rellena el conducto, con una cantidad reducida de líquido a alta presión modulada así como con impulsos de presión periódicos. Las velocidades de flujo conseguidas con el procedimiento de los bloques de agua generados a través de impulsos de presión son tan altas que se pueden alcanzar tensiones de empuje de la pared de más de 7000 N/m². De esta manera se eliminan incluso depósitos persistentes, como por ejemplo biopelículas, con un tratamiento cuidadoso del conducto. También es posible limpiar recorridos de lavado largos de varios cientos de metros hasta kilómetros y/o conductos con anchura nominal mayor. Esta acción de limpieza supera en los recorridos de lavado mencionados la acción de procedimientos conocidos.

El procedimiento de acuerdo con la invención se puede dividir en varias fases:

En una primera fase de preparación, que caracteriza también la primera etapa del procedimiento, se vacía parcialmente el conducto en primer lugar a través de una cantidad de gas grande (normalmente aire) con una afluencia al mismo tiempo reducida de líquido hasta una cantidad residual de líquido, sin generar en este caso golpes de presión esenciales. Normalmente, el líquido es agua. A través de la porción de gas grande que rellena el conducto, introducida a presión se obtiene en el conducto a lo largo del recorrido de lavado una burbuja de gas, que desplaza en su mayor parte el agua que circula en el conducto. Con preferencia, más del 67 %, de manera más preferida más del 75 %, de manera todavía más preferida más del 90 % del conducto se llena con gas. Solamente en el fondo del conducto se acumula en esta primera fase, parcialmente condicionado por reflujo de líquido en la zona del fondo, que ha sido desplazado por la burbuja de presión, una cantidad menor de líquido. Sin embargo, la gran parte del líquido en el conducto es desplazado a través de la burbuja de presión que rellena el conducto. A través de la alimentación de una cantidad grande de gas resulta un espacio de expansión que está bajo presión muy reducida, que es necesario para la modulación del gas comprimido en la segunda fase de limpieza siguiente y que proporciona las altas velocidades de flujo deseadas de los bloques de agua generados en esta fase.

En una fase de limpieza que se conecta a continuación se realiza una alimentación de gas comprimido modulante. Lo que representa, además de la primera etapa del procedimiento que se acaba de describir para la creación de un espacio de expansión, otra característica nueva esencial de la invención. Durante la alimentación de gas comprimido modulante, se impulsa el conducto con un impulso de presión, con lo que resultan en el conducto a partir de la cantidad residual de líquido pequeños "minibloques de agua", que son impulsados a alta velocidad a través del conducto. En 10 segundos se puede recorrer, por ejemplo, un trayecto de 200 metros. La presión de impulso se opone en este caso a la presión muy reducida del espacio de expansión creado en la fase de preparación. Inmediatamente después de la impulsión del conducto con gas y de la aceleración implicada con ello de los "monobloques de agua" generados en el conducto, se corrige la presión teniendo en cuenta los parámetros de la

tubería, siendo impulsado el conducto con al menos la misma presión, con preferencia con una presión más alta. Esta corrección genera en el interior del conducto otro efecto de aceleración sobre los minibloques que, en forma de paquetes, están constituidos por dos o más minibloques de agua y por bloques de gas incrustados entre ellos. En el transcurso del recorrido de limpieza se reduce la velocidad de flujo de los minibloques. A través de la corrección de la alimentación de gas comprimido los bloques sucesivos rebotan a alta velocidad sobre los bloques de gas incrustados y finalmente sobre el volumen de gas expandido en el conducto. Los bloques de gas incrustados se expanden y de esta manera aceleran los monobloques de agua que van por delante de nuevo a altas velocidades. La alimentación de gas comprimido modulante puede generar otros bloques de agua, que siguen a los monobloques generados anteriormente a alta velocidad y proporcionan avance adicional. El espacio de expansión generado en la primera etapa del procedimiento a través del llenado de gas del conducto, en el que el líquido es desplazado en el conducto, con ello se crea la condición previa para el movimiento alto siguiente del agua en el conducto durante la fase de limpieza.

En otro desarrollo, la tubería se vacía en el punto de descarga, se disipa la presión en el conducto (fase de expansión) y se llena de nuevo el conducto con líquido.

Este ciclo, que está constituido por la fase de limpieza y la fase de expansión, se repite varias veces, hasta que el conducto está libre de depósitos. De acuerdo con los parámetros de la tubería son suficientes a tal fin con frecuencia de 5 a 7 ciclos.

La alimentación de gas comprimido modulante se realiza con preferencia a través de una válvula de regulación que se abre y se cierra rápidamente, por ejemplo desde un depósito de presión (por ejemplo con una presión de 10 a 20 bares). El ajuste de la presión tiene en cuenta los parámetros de la tubería. La presión para el primer impulso de presión está con preferencia entre 3 bares y 7 bares con las anchuras nominales habituales y los recorridos de limpieza habituales. La corrección se realiza al menos con la misma presión, pero con preferencia con una presión más alta que el primer impulso de presión, para contrarrestar el volumen de expansión en el conducto y, por lo tanto, la contra presión.

En este caso, es esencial que la presión generada a través del primer impulso de presión no se pueda disipar totalmente, es decir, que el segundo impulso de presión se realice con preferencia inmediatamente después del primer impulso de presión, con preferencia después de que la presión se ha reducido frente a la primera punta de presión entre 10 y 20 %, pero no más del 50 %.

En la fase de expansión siguiente se disipa la presión en la sección de la tubería, saliendo gas y líquido por el lugar de descarga. La sección de tubería contiene al final de la fase de limpieza solamente todavía un poco de agua. Como consecuencia de la expansión del conducto se reduce el avance de los minibloques de agua generado a través de la alimentación de gas modulante.

En los procedimientos conocidos, el impulso de aire comprimido debe desplazar un bloque de agua grande que se encuentra ya en la tubería. En el procedimiento de acuerdo con la invención, sin embargo, solamente se forman bloques de agua cuando el primer choque de aire comprimido llega a través de la superficie de agua de la tubería parcialmente llena; el aire comprimido arrastre y presiona el agua en una ola fuera del conducto parcialmente lleno. A través de la modulación del gas comprimido se genera, por lo tanto, una serie dinámica de bloques de aire y de agua dentro de la fase de limpieza. En este caso, se genera una dinámica, que tiene lugar por que a través del segundo (o siguiente) choque de presión dentro de la fase de limpieza, los bloques de agua migran a velocidades variables a través de la tubería. Como consecuencia de la modulación, el segundo o bien cada uno de los otros choques de presión aceleran el primer monobloque de agua más pequeño que va por delante dentro de la serie que se forma de bloques de agua y bloques de gas. Este monobloque de agua choca sobre el bloque de aire siguiente, que transmite después de compresión y descompresión entonces el impulso al bloque de agua siguiente. Por lo tanto, la corrección se puede entender como un "quemador siguiente" que proporciona avance adicional y necesario para el éxito de la limpieza de los bloques de agua.

Con preferencia, durante la alimentación de gas comprimido modulante en la sección de tubería parcialmente llena en función del diámetro y de la longitud del conducto se dará un impulso de presión con preferencia de 3 a 7 bares. Después de la caída de corta duración de la presión se corrige de nuevo al menos a la misma presión, con preferencia a una presión más elevada. Esta caída y corrección en el marco de la alimentación de gas comprimido modulante de puede realizar varias veces, de acuerdo con las relaciones locales, en diferente intensidad y es responsable de las altas velocidades de flujo generadas. La alimentación de gas comprimido modulante y la creación del espacio de expansión en la fase de preparación posibilitan velocidades de flujo en el conducto de más de 15 m/seg. La amplitud y la longitud de los dos impulsos de presión en la fase de limpieza se seleccionan con frecuencia para que la velocidad de flujo de los bloques de agua en el conducto sea al menos 15 m/seg., con preferencia al menos 20 m/seg.

A través de la modulación del gas comprimido es posible al comienzo de la limpieza eliminar depósitos poco adherentes y a continuación movilizar y descargar depósitos que se han adherido fijamente.

- El tiempo de propagación del impulso de presión depende de la longitud del recorrido de lavado, pero da una indicación de la velocidad de flujo del líquido, que se puede conseguir con el procedimiento de acuerdo con la invención. Partiendo de la velocidad máxima de flujo así como de la velocidad mínima de flujo necesaria y del tiempo para la modificación se puede calcular la tensión de arrastre (Tau). La tensión de arrastre es una magnitud calculada en investigaciones experimentales, que indica la fuerza del agua por unidad de superficie de la sección de tubería investigada, para movilizar sedimentos, llevarlos hacia delante y descargarlos desde la tubería. Como se explica en el experimento siguiente, la tensión de arrastre Tau serán con respecto a una tubería con DN80 a una velocidad de flujo de > 10 m/seg. y al menos 200 N/m².
- En la fase de expansión siguiente se llena de nuevo parcialmente la sección de tubería con agua limpia a través del lugar de alimentación hasta que sigue otro impulso de aire comprimido y se inicia un ciclo nuevo. El procedimiento de acuerdo con la invención combina de esta manera una capacidad elevada de limpieza con necesidad reducida de agua. En caso necesario se puede realizar adicionalmente una inyección con un componente de sustancia sólida, con preferencia una sal o hielo seco, en el conducto, lo que conduce a una abrasión intensificada de los depósitos.
- Por lo tanto, en el procedimiento de acuerdo con la invención es esencial que la burbuja de presión en la fase de preparación rellene en una medida predominante el conducto y vacíe parcialmente el recorrido de lavado salvo una cantidad residual de líquido para crear el espacio de expansión para los bloques de agua generados a continuación. Para que el volumen de gas predomine claramente sobre la cantidad de líquido en el conducto, el procedimiento trabaja con un volumen reducido de líquido.
- La invención se explica en detalle en los dibujos siguientes y en las investigaciones y experimentos presentados aquí.
- Para la investigación de la eficacia del procedimiento de acuerdo con la invención y para la determinación de las magnitudes físicas responsables de la acción de la limpieza se construyó un conducto con una longitud de 50 m. En una sección se introdujeron depósitos artificiales en el conducto. En este caso se trataba de partículas de acero, que tanto estaban conformadas de geometría diferentes como también eran de diferente tamaño, por ejemplo gravilla de acero. Para la simulación de la adhesión sirven imanes de diferente fuerza, que están dispuestos fuera del tubo. Las partículas de acero se adhieren en la zona de la sección de tubo, en la que se encuentran los imanes. La gravilla de acero genera en la pared interior de la tubería unas estructuras que recuerdan a manchas. La fuerza adhesiva se puede establecer, por lo demás, con exactitud con la ayuda de los imanes conocidos. En otro experimento, se emplearon tubos con depósitos "auténticos" para la factibilidad del procedimiento de acuerdo con la invención.
- Para la determinación de la curva de la presión se instalaron en la tubería de 50 m de largo a distancias de 5 m en cada caso unos sensores de presión. Con los sensores de presión utilizados se pudieron realizar mediciones a intervalos de 0,1 segundo y se siguió la curva de la presión durante la limpieza. Un medidor de caudal delante de un inhibidor reflujo se ocupa de que se pueda medir la necesidad de agua y la curva de tiempo. La medición del caudal se puede registrar de la misma manera a intervalos de 0,1 segundo.
- En la figura 1 se representa la curva de la presión durante la fase de limpieza en el primer sensor de presión (01) directamente en el lugar de la alimentación así como en el último sensor (11) inmediatamente delante del punto de descarga. La curva de la presión durante la fase de limpieza no se representa; en esta fase, el conducto ha sido vaciado parcialmente y ha sido llenado con un volumen de gas grande para la creación de un espacio de expansión. En la figura 1 se reconocen siete ciclos con impulsos de presión, que circulan en serie a través del conducto. La duración de un ciclo es en este ejemplo de 15,4 segundos. Esto es también la frecuencia, a la que se suceden los ciclos. Cada impulso de presión se puede dividir sobre la curva de la presión medida en los sensores de presión en tres secciones de fases I a III.
- En la primera sección de la fase I, que corresponde a la fase de limpieza, se lleva a cabo una impulsión del conducto parcialmente vaciado en la fase de preparación con un impulso de presión con alta presión delante del lugar de alimentación. Esto conduce a la formación de minibloques de agua, que son impulsados a alta velocidad de flujo a través del conducto, sin que se exceda la presión de reposo de la tubería. Inmediatamente después de la impulsión del impulso de presión se corrige la alimentación de gas comprimido con la misma presión o con presión más elevada. El último minibloque de agua comprime la burbuja de aire con el monobloque de agua que va por delante y provoca más avance. De acuerdo con el ajuste se pueden formar también otros minibloques de agua nuevos, que comprimen a alta velocidad el aire con la minibloque de agua que va por delante y lo aceleran a continuación. De esta manera, son posibles recorridos de limpieza de varios cientos de metros sin más. En caso necesario, se aplican varios impulsos de presión en el conducto durante la fase de limpieza. Después de la expansión del conducto circula agua a través del lugar de alimentación y se inicia de nuevo el ciclo.
- Al final de la fase de limpieza tiene lugar una circulación siguiente de líquido a presión reducida, que llena la sección de la tubería aproximadamente hasta un tercio de su volumen, permaneciendo llena con preferencia más del 67 %, de manera más preferida más del 75 %, de manera todavía más preferida más del 90 % del conducto con aire. Debido al llenado parcial del conducto hasta el siguiente impulso de aire comprimido no predomina prácticamente

ninguna presión en la sección de tubería.

La correlación de la curva de la presión en el primer sensor de presión con la curva de la corriente volumétrica en el medidor de caudal documenta que en la primera sección de las fases I no puede fluir agua a la sección de tubería (ver la figura 3). En la curva de la segunda sección de las fases II se disipa la presión en la sección de la tubería y comienza a fluir agua limpia. En la tercera sección de las fases III, se alcanza la corriente volumétrica establecida del agua afluyente. Se forma una presión muy reducida a través del llenado del volumen de la tubería.

La curva de la presión durante la fase de expansión, es decir, durante la segunda y la tercera secciones de las fases II-III es casi igual en todos los sensores de presión. Esto es claramente diferente en la primera sección de las fases. Aquí la punta de la presión máxima se extiende en el último sensor con demora en el tiempo con respecto al primer sensor. En la instalación de ensayo, la distancia desde el primer sensor hasta el último sensor es 50 m. El tiempo de propagación de los impulsos corresponde a la diferencia de tiempo de la presión máxima entre el último sensor y el primer sensor. La distancia de los sensores dividida por el tiempo de propagación da como resultado la velocidad del impulso y, por lo tanto, la conclusión sobre la velocidad de flujo. La velocidad de flujo de los impulsos es una magnitud importante para la evaluación de la actividad durante la limpieza de tuberías. A través de estos parámetros y sobre todo a través de la modificación de la velocidad de flujo con el tiempo se calcula la tensión de arrastre Tau.

Normalmente, no se puede medir la velocidad de flujo del agua afluyente durante la limpieza de la sección de tubería existente. Sin embargo, unos sensores de presión en el lugar de alimentación y en el punto de descarga posibilitan la medición sobre la base de la curva de la presión. Esto se puede transmitir a tuberías o secciones reales en redes de tuberías. De esta manera con la longitud conocida de la sección de tuberías se puede calcular a través de una medición de la presión la velocidad de flujo y finalmente la tensión de arrastre.

El control de la alimentación de aire comprimido influye sobre la curva de la presión en la tubería. La alimentación de aire comprimido modulante impulsa varios bloques de aire / agua que se suceden a poca distancia con velocidades de flujo de más de 15 m/seg, durante la fase de limpieza a través de la sección de tubería. Esto se representa a modo de ejemplo en la figura 1. En este caso, en una sección de tubería parcialmente llena, prácticamente sin tensión se aplica en el ejemplo mostrado un impulso de presión de 3 bares. Después de la caída de corta duración de la presión se corrigió de nuevo a 3 bares. El tiempo de propagación del impulso de presión en la figura que dura 2,9 segundos. A partir de ello se deduce una velocidad de flujo de 1,2 m/seg. Con la ayuda de la velocidad de flujo se puede calcular la tensión de arrastre Tau. Durante el lavado con agua convencional se pueden realizar velocidades de flujo de aproximadamente 3,7 m/seg. Una extrapolación de la velocidad de flujo con la ayuda del desarrollo de la curva muestra que, por ejemplo, a una velocidad de flujo de 8 m/seg. se consigue una tensión de arrastre de aproximadamente 200 N/m² (ver la figura 4). La velocidad de flujo del agua en la tubería parcialmente llena antes de la fase de limpieza es casi cero. En el procedimiento de acuerdo con la invención, la tensión de arrastre excede a la de un lavado con agua convencional más de 10 veces (ver la figura 4).

En la figura 4 se muestra la tensión de arrastre de los bloques de agua durante la limpieza con el procedimiento de acuerdo con la invención en comparación con la tensión de arrastre durante la limpieza con agua. Un factor para la tensión de arrastre esencialmente más elevada es la componente de la aceleración, en la que el líquido se acelera desde 0 m/seg. hasta la velocidad máxima de flujo v en m/seg. dentro de 0,1 segundo. A las velocidades de flujo generadas en el procedimiento de acuerdo con la invención de >/seg. son posibles, por lo tanto, tensiones de arrastre de más de 7000 N/m², lo que muestra una capacidad de limpieza excelente.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la eliminación de depósitos y/o biopelículas en una tubería, en el que delante del recorrido de lavado en un lugar de alimentación se lleva a cabo una impulsión que se realiza por medio de impulsos de presión el conducto al menos parcialmente lleno con líquido con un gas o mezcla de gas, caracterizado por que en una primera fase de preparación se vacía parcialmente el conducto con un gas o mezcla de gas que reheléenla el conducto salvo una cantidad residual de líquido para la creación de un espacio de expansión, en el que la burbuja de gas comprimido impulsada en el conducto ocupa en la fase de preparación casi completamente el volumen del recorrido de lavado, y en una segunda fase de limpieza que se conecta a continuación se realiza una alimentación de gas comprimido modulante, en la que se impulsa el gas o la mezcla de gas a través de al menos un impulso de presión con alta presión en el conducto, con lo que se forman minibloques de agua en el conducto, que son impulsados a alta velocidad a través del conducto y en la que la alimentación de gas comprimido se corrige después de la caída de corta duración de la presión formada a través del impulso de presión en el conducto parcialmente vacío inmediatamente después con la misma presión con una presión más elevada, con lo que se pueden formar de nuevo bloques de agua, que rebotan a alta velocidad sobre los minibloques de agua que van por delante, los cuales reciben de esta manera un avance adicional.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el conducto se expande en una fase que se conecta a continuación y se llena de nuevo la sección de tubería durante esta fase de expansión con líquido alimentado nuevo a través del lugar de alimentación.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la corrección durante la alimentación de gas comprimido modulante se realiza en la fase de limpieza con una presión más elevada que la presión del primer impulso de presión.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la alimentación de gas comprimido y su corrección en la fase de limpieza se selecciona para que la velocidad de flujo de los bloques de agua generado en el conducto sea al menos 15 m/seg., con preferencia al menos 20 m/seg.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recorrido de limpieza para la formación del espacio de expansión en el conducto parcialmente vaciado delante de la fase de limpieza se llena con más del 67 %, con preferencia el 76 %, de manera más preferida el 90 % con el gas o mezcla de gas.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la presión de impulsión y su corrección en la fase de limpieza está entre 3 y 7 bares.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la corrección de la presión durante la fase de limpieza se realiza cuando la presión del primer impulso de presión se ha reducido entre 20 y 50 % con preferencia entre 10 y 20 %.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tiempo de propagación del impulso de presión en la fase de limpieza con un recorrido de lavado de 50 m está entre 2 y 4 segundos.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la tensión de arrastre Tau con relación a una tubería con DN80 a una velocidad de > 10 m/seg. es al menos 4000 N/m².
- 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que además del tratamiento con gas comprimido se realiza adicionalmente una inyección con un componente de sustancia sólida, con preferencia una sal o hielo seco en el conducto.
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que adicionalmente se calcula la velocidad de flujo y la tensión de arrastre, realizándose con una longitud conocida de la sección de limpieza una medición sincronizada de la presión en el lugar de alimentación y en el lugar de descarga.

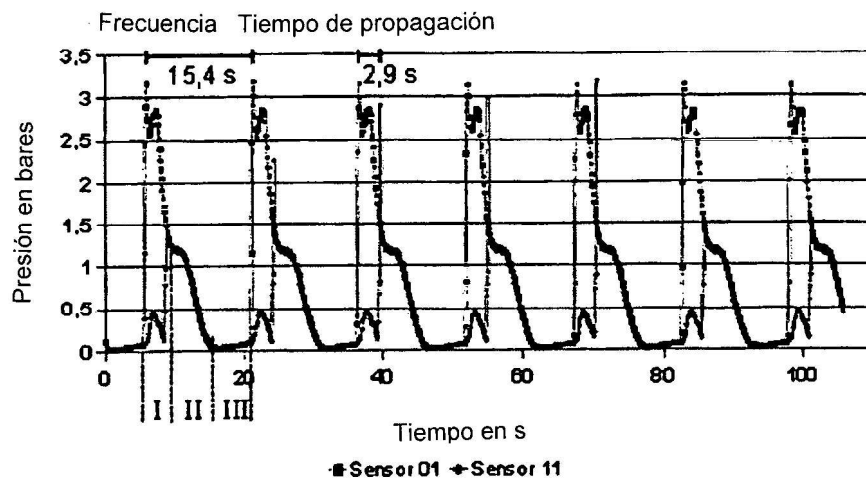


Figura 1

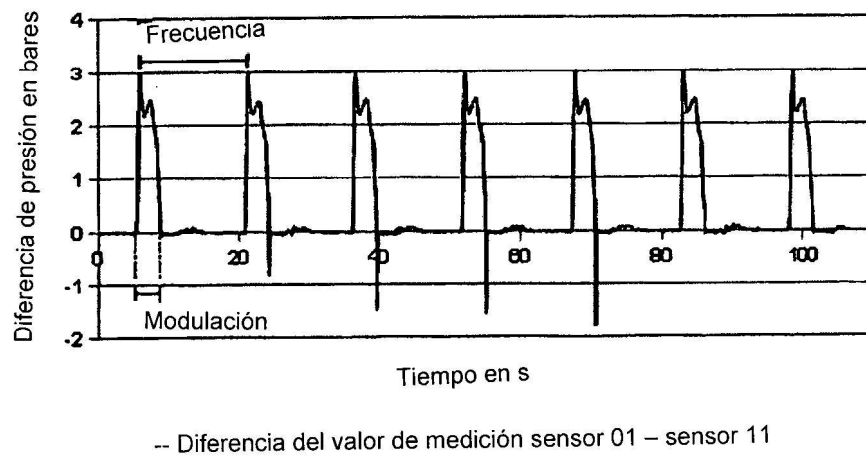


Figura 2

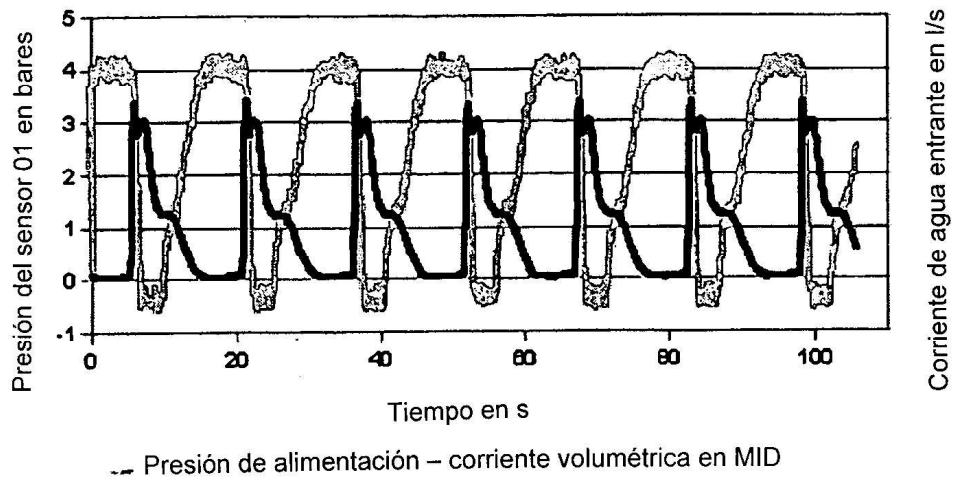


Figura 3

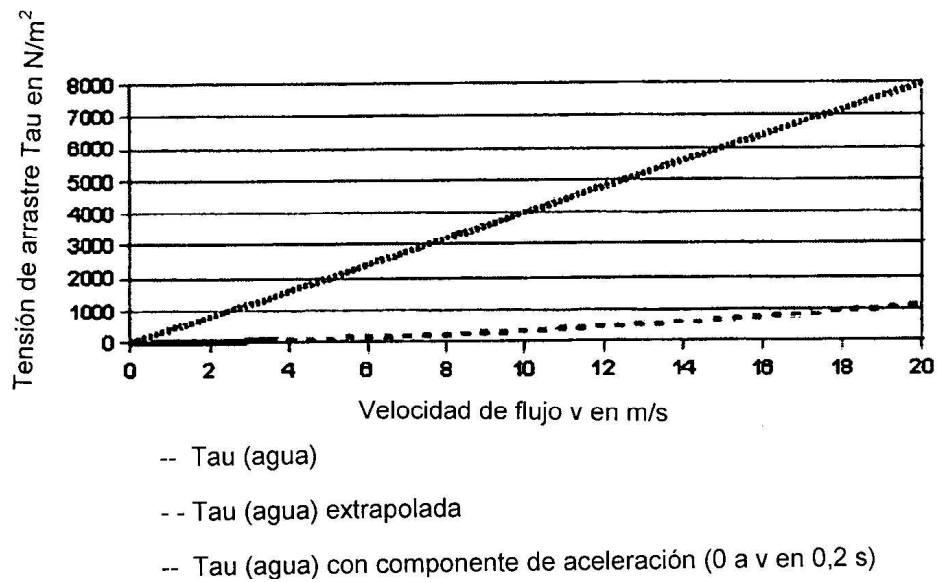


Figura 4