



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 297 119**

51 Int. Cl.:

B09C 1/00 (2006.01)

B08B 9/02 (2006.01)

B01D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03447235 .7**

86 Fecha de presentación : **24.09.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1518614**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **30.03.2005**

54 Título: **Instalación y procedimiento de descontaminación de las capas subterráneas.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2008

73 Titular/es: **ODS International S.A.**
rue de la Rochette, 11
5330 Maillen, BE

72 Inventor/es: **Lesuisse, Philippe**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 297 119 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

Instalación y procedimiento de descontaminación de las capas subterráneas.

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a una instalación y a un procedimiento de descontaminación de capas subterráneas y, en particular, a la descontaminación de las capas freáticas contaminadas por hidrocarburos en el sentido amplio.

10 Antecedentes tecnológicos y estado de la técnica

La contaminación de los suelos y las aguas subterráneas forma parte de una geocontaminación global que se ha convertido en un problema medioambiental principal en Europa. Los recursos de agua potable por habitante están en disminución constante y, en particular, los países que no disponen de una cantidad de agua suficiente se ven amenazados por el aumento del número de lugares contaminados por contaminantes que alcanzan las capas freáticas. La contaminación de las capas freáticas se debe la mayoría de las veces a fugas en conductos o cubas de hidrocarburos o incluso a la infiltración de lixiviados de un depósito sólido.

En la presente solicitud de patente, el término hidrocarburos se entiende en el sentido amplio, es decir, que comprende todos los disolventes hidrocarbonados alifáticos y aromáticos, los disolventes clorados y otros subproductos de la misma familia no solubles en el agua y de densidad inferior a 1.

En el caso de contaminaciones por hidrocarburos, el umbral de detección por el olor y el gusto es muy pequeño, lo que hace al agua rápidamente inapropiada para el consumo.

Se conocen diferentes procedimientos de descontaminación de capas freáticas por vía física. A título de ejemplos no exhaustivos, se puede citar el bombeo del agua, el desnatado del contaminante sobrenadante, la ventilación por burbujeo en la capa y la filtración por membrana.

En la solicitud de patente EP 1334780-A2 se da a conocer una técnica de desnatado precisa que permite desnatar capas freáticas, incluso contaminadas por una capa muy delgada de hidrocarburos. Este documento da a conocer un dispositivo de desnatado de contaminante para una capa de agua subterránea que comprende un flotador con un orificio colector que se posiciona exactamente en la interfaz entre la capa de hidrocarburos y el agua gracias a su densidad intermedia entre dichas capas. No obstante, un sistema de desnatado de tal precisión únicamente puede funcionar por aspiración.

Por tanto, la técnica descrita en esta solicitud de patente encuentra la dificultad de que una bomba de vacío está limitada generalmente a una altura de aspiración de aproximadamente 10 metros, tratándose de una altura correspondiente a una realidad física resultante de la fórmula $h = P/\rho \cdot g$ (siendo ρ la densidad del líquido a aspirar, representando g la gravedad terrestre y P la presión atmosférica). Los hidrocarburos tienen generalmente una densidad comprendida entre 0,6 y 0,8 g/cm³, lo que aumenta la altura de aspiración teórica, que pasa entonces aproximadamente a 12 a 14 metros. No obstante, se trata muy frecuentemente de mezclas de agua e hidrocarburos que disminuyen en gran medida este límite. Cuando se parte de datos teóricos, tales como 1,013 kg/cm² para la presión atmosférica, y de un valor de 9,81 m/s², se obtiene una altura exacta de 10,32 metros. No obstante, se trata de una altura puramente teórica que únicamente se alcanzaría con una bomba capaz de producir un vacío absoluto y que funcionará a un rendimiento de 100%.

Evidentemente, el vacío absoluto no se alcanza jamás, sobre todo en el medio industrial, y, por otra parte, está enfrentado a dificultades del tipo “entrada en ebullición” del líquido a bombear a muy pequeñas presiones que hacen que, en la práctica, las alturas de aspiración realmente alcanzadas no superen generalmente los 8 metros.

Objetivos de la invención

La presente invención pretende proporcionar una instalación destinada al desnatado de contaminantes por aspiración de los líquidos contaminantes que flotan en la superficie de las capas de agua subterráneas y, en particular, los hidrocarburos que se sitúan a una profundidad superior a 10 metros, así como un procedimiento que se refiere a la misma.

Resumen de la invención

La presente invención da a conocer una instalación de descontaminación de capas acuíferas contaminadas por hidrocarburos que funciona al menos parcialmente por aspiración y que comprende al menos una unidad de puesta bajo vacío y un dispositivo de desnatado, caracterizada porque dicha instalación comprende además al menos una cámara de transferencia y porque la distancia entre dicha cámara de transferencia y el dispositivo de desnatado y/o la distancia entre dos cámaras de transferencia consecutivas es inferior a 10 metros y, preferentemente, inferior a 8 metros. La distancia es siempre inferior a la calculada por los límites físicos de la aspiración de una columna de líquido en función de la densidad del líquido a aspirar y de la presión atmosférica.

Por otra parte, la presente invención da a conocer un procedimiento de descontaminación de capas freáticas contaminadas por hidrocarburos, caracterizado porque una cámara de transferencia es puesta bajo vacío por medio de una cuba de vacío, que se encuentra en superficie, lo que permite aspirar el contaminante que se encuentra sobre una capa freática más abajo de dicha cámara de transferencia, y porque dicha cámara de transferencia, una vez llena, es puesta de nuevo a la presión atmosférica por medio de una compuerta en posición abierta, y porque dicha cámara de transferencia es vaciada a continuación de su contenido por medio de un tubo que se sumerge en dicha cámara y unido a la cuba de vacío por medio de la compuerta en posición abierta.

El procedimiento según la invención muestra además que varias cámaras de transferencia están posicionadas en cascada en el interior de un pozo y que dichas cámaras de transferencia son sometidas sucesivamente al vacío para llenarse unas después de otras de líquido contaminante antes de ser puestas de nuevo una después de otra a la presión atmosférica para permitir la aspiración de su contenido hacia la cámara de transferencia siguiente, que está situada por encima de la cámara de transferencia a una distancia inferior a 10 m, preferentemente 8 m, y que se vaciará a su vez de su contenido hacia la cuba bajo vacío que se encuentra en la superficie.

Siempre, según la invención, se puede colocar una bomba sumergida en la cámara de transferencia superior para encaminar el líquido contaminante hacia la superficie y reemplazando así la fase de aspiración y el vaciado de la cámara de transferencia superior hacia la superficie.

Por último, la presente invención muestra la utilización de la instalación dada a conocer para la descontaminación de capas subterráneas por desnatado y aspiración de los contaminantes que flotan en la superficie de dichas capas.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 representa una instalación de descontaminación de capas subterráneas que funciona por aspiración, con una sola cámara de transferencia 1, y la posición de las compuertas durante la fase de llenado de dicha cámara. V1 está en posición abierta, mientras que V2 y V3 están en posición cerrada.

La figura 2 representa la misma instalación que la representada en la figura 1, pero precisando la posición de las compuertas en fase de vaciado. V1 está en posición cerrada, mientras que V2 y V3 están en posición abierta.

La figura 3 representa una instalación de descontaminación con dos cámaras de transferencia durante la fase de llenado de la cámara de transferencia inferior 1 y la posición correspondiente de las compuertas. V1, V2 y V4 están en posición abierta, mientras que V3 y V5 están en posición cerrada.

La figura 4 representa la misma instalación que la representada en la figura 3, pero precisando la posición de las compuertas en fase de transferencia de la cámara de transferencia inferior 1 a la cámara superior 2. V1, V2 y V5 están en posición abierta, mientras que V3 y V4 están en posición cerrada.

La figura 5 representa la misma instalación que la representada en la figura 3, pero precisando la posición de las compuertas en fase de vaciado de la cámara de transferencia superior 2. V2, V3 y V5 están en posición abierta, mientras que V1 y V4 están en posición cerrada.

Descripción detallada de la invención

El bombeo de los productos líquidos en profundidad se efectúa generalmente con ayuda de una bomba que está instalada al nivel de los volúmenes a bombear o incluso más abajo de éstos. La bomba se denomina entonces bomba "en carga", lo que favorece su cebado y elimina los problemas de aspiración. No obstante, la bomba en carga adolece del inconveniente de provocar mezclas de fase, lo que disminuye en gran medida la eficacia del sistema.

Ciertas instalaciones de bombeo se denominan "sumergidas" y están muy extendidas, ya que, evidentemente, no se encuentran problemas de cebado. No obstante, estas instalaciones adolecen asimismo del inconveniente de mezclar el líquido en el cual están sumergidas y de no poder hacer que funcione un flotador con un orificio de aspiración, tal como se da a conocer en la solicitud de patente EP 13334780-A2.

En caso de que la bomba esté situada en superficie, es necesario un gran poder de aspiración de ésta por las razones expuestas en los antecedentes tecnológicos. Las diferentes bombas encontradas para el bombeo por aspiración son, sin ser limitativo, las bombas de pistón, las bombas peristálticas, las bombas de paletas, las bombas con anillos líquidos, las bombas neumáticas y las bombas multietapas. No obstante, todas estas bombas tienen como denominador común que están limitadas a la altura teórica determinada por la presión atmosférica y el peso de la columna a aspirar.

La presente invención supera esta dificultad y propone una instalación y un procedimiento capaces de elevar un contaminante y en particular una capa de hidrocarburos que flotan en la superficie de una capa freática 4 por aspiración a una profundidad superior aproximadamente a 10 metros, a la cual los riesgos de descebado, por la presencia de aire, no tienen influencia sobre la elevación de los productos.

Esto se realiza por medio de la instalación de cámaras de transferencia 1, 2 colocadas a distancias intermedias entre la fuente de contaminante (en la superficie de la capa freática) y la bomba de aspiración representada por una cuba

ES 2 297 119 T3

de vacío 9 para subdividir la profundidad de bombeo en distancias inferiores a 10 m y, preferentemente, inferiores a 8 m o incluso a 6 m. Las cámaras de transferencia pueden ser de cualquier forma y comprenden generalmente un depósito cuyo tamaño y forma son esencialmente función del sitio disponible. El modelo de base de una cámara de transferencia es cilíndrico y posee un diámetro inferior a 4 pulgadas, es decir, inferior a 114 mm, de modo que pueda introducirse en un tubo de este diámetro. Esta cámara de transferencia se colocará en un pozo 7, generalmente cilíndrico, y comprenderá en su parte superior dos racores para el empalme de dos tubos 6 y en la parte inferior un empalme para la conexión de otro tubo 6. La conexión situada en la parte inferior de la cámara de transferencia esta prolongada por un tubo denominado “tubo sumergido alto” que sube en el interior hasta la parte superior de dicha cámara por encima del nivel de equilibrio del líquido contaminante 8, una vez que éste es aspirado. Mecánicamente, la cámara de transferencia debe ser capaz de soportar un vacío impulsado, tal como el creado por una bomba de vacío con buenas prestaciones.

El procedimiento de bombeo de los contaminante consiste entonces en la creación de un vacío por medio de una cuba de vacío 9 en una o varias cámaras de transferencia que pueden posicionarse en cascada para disminuir la altura de bombeo a vencer de una sola vez. Esta operación se realiza con la ayuda de un tubo rígido o flexible que une la cámara de transferencia a la bomba de vacío por medio de la cuba de vacío. La ventaja de estas cámaras de transferencia es que no está en movimiento ningún elemento mecánico y que el conjunto esta constituido por materiales no corrosivos. Por tanto, los riesgos de deterioro son pequeños y no es necesario en la instalación ningún otro aporte de energía aparte del vacío. Las diferentes etapas del procedimiento pueden describirse entonces de la forma siguiente.

Ejemplo de aplicación con una sola cámara de transferencia ilustrado en las figuras 1 y 2

En este ejemplo de aplicación, ilustrado en la figura 1, la instalación de bombeo utiliza una sola cámara de transferencia 1 situada a una profundidad de 6 metros en un pozo profundo de 12 m. Dos tubos 6 están conectados respectivamente por unas compuertas de aislamiento V1 y V2 en la parte superior de la instalación hacia un sistema de bomba de vacío (cuba de vacío 1). En la parte inferior de dicha cámara de transferencia 1, un tubo 6 desciende en el pozo hacia el nivel del agua y del líquido contaminante 4, situándose aproximadamente a 12 metros de profundidad con respecto a la parte superior del pozo.

Por medio del tubo 6 conectado a la parte superior de la cámara de transferencia 1 y la compuerta V1 abierta, se crea y se mantiene el vacío en dicha cámara situada aproximadamente a 6 metros de profundidad en el pozo.

Debido a la depresión, la mezcla de agua e hidrocarburos situada aproximadamente a 6 metros debajo de la cámara de transferencia 1, y a 12 m de profundidad en total, es aspirada sin problemas y llena la cámara de transferencia 1 por medio del tubo sumergido alto. En esta ocasión, el líquido contaminante puede incluso subir en parte por el tubo 6 que crea el vacío en la cámara de transferencia 1 y que se encuentra por encima de ésta. No obstante, este fenómeno no tiene consecuencias sobre la eficacia de la instalación, ya que en el momento en que se corta la bomba de vacío y se une el conducto a la presión atmosférica, dicho líquido contaminante vuelve a caer en la cámara de transferencia 1. Una vez llena, dicha cámara 1 mantiene su contenido, ya que el nivel del tubo sumergido sobrepasa el nivel del contenido 8 de dicha cámara 1 y no es posible ninguna circulación hacia abajo.

A continuación, la cámara de transferencia 1 es puesta a presión atmosférica aislando este tubo del vacío por medio de la compuerta V3 y, en un segundo tiempo, se produce la depresión sobre dicha cámara 1 por medio del segundo tubo 6, instalado en la parte superior de ésta y prolongado por un tubo sumergido abriendo la compuerta V2 mientras que se abandona la depresión sobre la primera línea de aspiración y se pone dicha cámara 1 a la presión atmosférica.

Cuando se reúnen todas estas condiciones, el contenido de la cámara de transferencia 1 puede evacuarse hacia la superficie y, al final del vaciado, puede comenzar el ciclo de nuevo. Esto se ilustra en la figura 2.

Ejemplo de aplicación con dos cámaras de transferencia ilustrado en las figuras 3, 4 y 5

En este ejemplo, la primera operación consiste en subir el contaminante del fondo de pozo que se encuentra al nivel de la capa 4 hacia la primera cámara de transferencia 1. Esto se realiza gracias al mantenimiento bajo vacío de dicha cámara 1 por uno de los tubos 6 unidos a la unidad de superficie (cuba) 9 mantenida permanentemente bajo vacío.

Cuando se ha llenado la cámara de transferencia 1, se procede a una evaluación del tiempo necesario para pasar a la operación siguiente, pudiendo preprogramarse entonces este tiempo y formando este dato parte integrante de una gestión electrónica global de toda la instalación. El contenido de la cámara de transferencia 1 es transferido a continuación hacia otra cámara de transferencia 2, denominada “cámara de transferencia superior”, por el segundo tubo 6 conectado al tubo sumergido de la cámara de transferencia 1. Esto conllevará la evacuación de su contenido.

Evidentemente, esta sucesión de etapas es regulada por un juego de compuertas (V1 a V5) que están unas veces abiertas y otras veces cerradas en función de la etapa en la cual se encuentren. Este desarrollo se ilustra en las figuras 3, 4 y 5 en las que se muestra la posición de las compuertas en las diferentes etapas.

Para poder efectuar la operación de transferencia del líquido contaminante, la cámara de transferencia 1 es puesta a presión atmosférica por medio del primer tubo 6 utilizado cortando simplemente la llegada del vacío y abriendo la compuerta en contacto con la presión atmosférica V5. En cuanto se ha vaciado la cámara de transferencia 1 hacia la

cámara de transferencia 2 superior situada más arriba, puede volver a comenzar la operación de llenado de la cámara de transferencia 1 en cuanto se termine la evacuación del contenido de la cámara de transferencia 2 hacia la superficie.

Por tanto, se trata en este caso en realidad de un bombeo cadenciado que condiciona evidentemente la velocidad de bombeo y el caudal. La misma operación puede repetirse evidentemente con tres cámaras de transferencia (no ilustrado).

Más allá de tres cámaras de transferencia, el volumen puede resultar importante para asegurar una eficacia económica del sistema. En este caso, puede considerarse una bomba sumergida a partir de la segunda cámara de transferencia, que tendrá la función de devolver a la superficie el contaminante aspirado durante la primera etapa, cualquiera que sea la profundidad de bombeo, la cual únicamente será entonces función de la potencia de dicha bomba sumergida y el vacío posible ya no será entonces un factor físico limitativo.

La asociación de la instalación y del procedimiento de bombeo dados a conocer en la presente invención con el dispositivo de desnatado de hidrocarburos dado a conocer en la solicitud de patente EP 1 334 780 A2 constituye una herramienta de descontaminación de capas freáticas extremadamente eficaz, ya que se llega a mantener una buena calidad de desnatado, a la vez que se supera el obstáculo de la profundidad teórica a alcanzar por aspiración. La realización del sistema sigue siendo simple y, por tanto, fiable y económica. Por consiguiente, ya no es necesaria en todos los casos la utilización de una bomba intermedia, frecuentemente neumática, para impulsar los líquidos situados a una altura superior a la accesible por aspiración. La sucesión de varias cámaras consecutivas así como la utilización eventual de una bomba sumergida en una de las cámaras de transferencia permite así alcanzar profundidades relativamente importantes.

Leyendas

1. Cámara de transferencia inferior 1
2. Cámara de transferencia superior 2
3. Compuertas V1; V2; V3; V4; V5; (compuerta cerrada en negro, compuerta abierta en claro)
4. Nivel de capa
5. Dispositivo de desnatado
6. Tubos recolectores
7. Pozo
8. Nivel de equilibrio del contaminante aspirado en la cámara intermedia
9. Cuba puesta bajo vacío
10. Depósito de recolección.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de descontaminación de capas acuíferas contaminadas por hidrocarburos que funciona al menos parcialmente por aspiración y que comprende al menos una unidad de puesta bajo vacío (9) y un dispositivo de desnatado (5), **caracterizada** porque dicha instalación comprende además al menos una cámara de transferencia (1, 2) y porque la distancia entre dicha cámara de transferencia (1, 2) y el dispositivo de desnatado (5) y/o la distancia entre dos cámaras de transferencia (1, 2) consecutivas es inferior a 10 metros y preferentemente inferior a 8 metros.
- 10 2. Procedimiento de descontaminación de capas freáticas contaminadas por hidrocarburos, **caracterizado** porque una cámara de transferencia (1, 2) es puesta bajo vacío por medio de una cuba de vacío (9), que se encuentra en la superficie, lo que permite aspirar el contaminante que se encuentra sobre una capa freática más abajo de dicha cámara de transferencia (1, 2), y porque dicha cámara de transferencia (1, 2), una vez llena, es puesta de nuevo a la presión atmosférica por medio de una compuerta (V3 o V5) en posición abierta, y porque dicha cámara de transferencia (1, 2) es vaciada a continuación de su contenido por medio de un tubo (6) sumergido en dicha cámara (1, 2) y unido a la cuba de vacío (9) por medio de la compuerta (V2) en posición abierta.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque varias cámaras de transferencia (1, 2) están posicionadas en cascada en el interior de un pozo (7) y porque dichas cámaras de transferencia (1, 2) se someten sucesivamente al vacío para llenarse una después de otra de líquido contaminante antes de ponerse de nuevo a la presión atmosférica una después de otra para permitir la aspiración de su contenido en la cámara de transferencia (2) siguiente que está colocada por encima de la cámara de transferencia (1) a una distancia inferior a 10 m, preferentemente 8 m, y que, a su vez, será vaciada de su contenido hacia la cuba de vacío (9) que se encuentra en la superficie.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque se coloca una bomba sumergida en la cámara de transferencia superior (2) para encaminar el líquido contaminante hacia la superficie reemplazando así la fase de aspiración y el vaciado de la cámara de transferencia superior (2) hacia la superficie.
- 25 5. Uso de la instalación según la reivindicación 1 para la descontaminación de capas subterráneas por desnatado y aspiración de los contaminantes que flotan en la superficie de dichas capas.
- 30

35

40

45

50

55

60

65

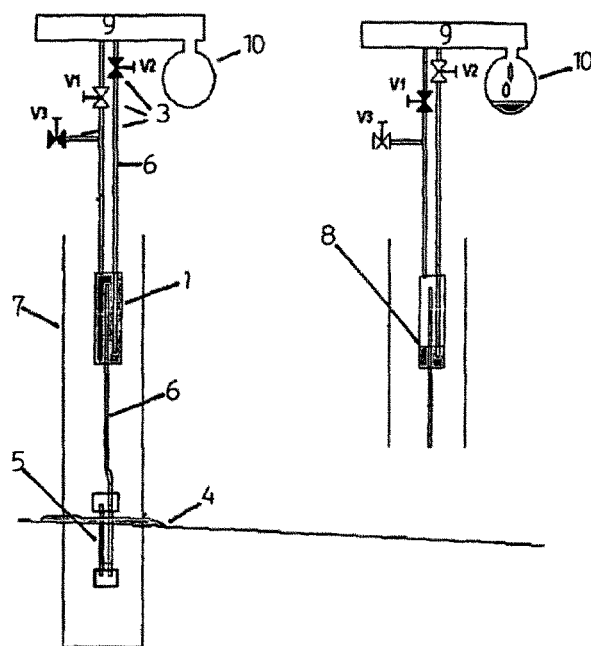


Fig. 1

Fig. 2

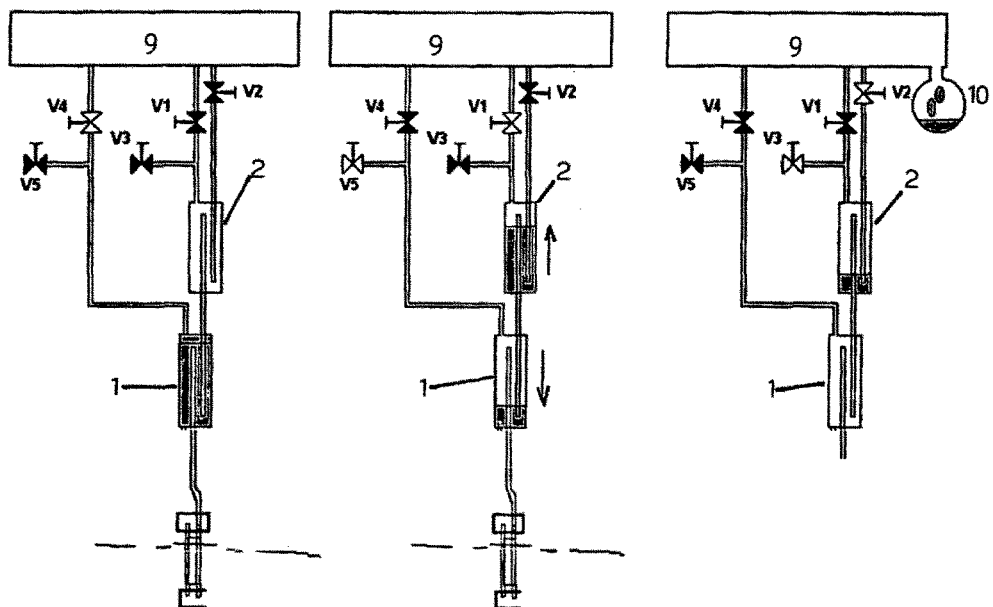


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5