

**APARATO PARA INYECCIÓN DE UN REACTIVO EN POLVO EN EL FLUJO DE UN
PRODUCTO DE PETROLEO Y PLANTA PARA TRANSPORTE DE PRODUCTOS DE
PETROLEO**

Campo de la Invención

La invención se refiere al campo de las instalaciones mezcladoras, en particular a dispositivos para mezclar un reactivo en polvo con un flujo de un medio líquido.

Estado de la técnica

Existe una solución (US8398294B2, publicada el 19 de marzo de 2013), en la que se describe un dispositivo mezclador. La unidad de mezclado comprende la primera cámara de mezclado y los medios de accionamiento, así como la segunda cámara de mezclado y una bomba. La tolva que contiene el polvo a dispersar está conectada a una entrada de polvo. Un contenedor, que sirve para separar una sustancia sin mezclar, está dispuesto en la línea de recirculación. Una línea de retorno, que conecta el contenedor a la tolva para retroalimentar la sustancia separada, puede proporcionarse opcionalmente, como se indica por las líneas discontinuas. Una línea de descarga, que une la línea de recirculación, sirve para descargar la dispersión producida a partir de líquido y sustancia. Estas líneas están provistas de válvulas para controlar el funcionamiento del aparato.

Pero en esta solución no se describen los medios que impiden que el líquido entre en el conducto de entrada de polvo, ni tampoco se describen las características de diseño propuestas de la cámara de mezclado.

Existe una solución (US8465198B2, publicada el 18 de junio de 2013), en la que se divulga un sistema de inyección de inhibidor. Los componentes básicos del sistema incluyen el dispositivo de mezclado de alto cizallamiento (HSD) 40 y la bomba 5, y la línea

de flujo 10. El dispositivo de alto cizallamiento 40 está ubicado externo a la línea de flujo 10. La línea 21 está conectada a la bomba 5 para introducir fluido portador en el HSD. 40. La línea 13 conecta la bomba 5 al HSD 40, y la línea 18 puede conectar el HSD 40 a la línea de flujo 10. La línea 22 puede conectarse a la línea 13 para introducir inhibidor en el HSD 40. Alternativamente, la línea 22 puede conectarse directamente a una entrada de HSD 40. Se pueden incorporar componentes o pasos de proceso adicionales entre la línea de flujo 10 y el HSD 40, o delante de la bomba 5 o el HSD 40. La línea 20 se puede conectar a la línea de flujo 10 en una ubicación 14 corriente arriba de la posición donde se requiere la inhibición, por ejemplo, corriente arriba de una ubicación en la que se predicen las condiciones para la formación de incrustaciones o corrosión. En modalidades, la línea 21 y la línea 20 son una única línea que conecta la línea de flujo 10 y la bomba 5.

Pero en esta solución no se describen los medios que impiden que el líquido entre en el conducto de entrada de polvo, ni tampoco se describen las características de diseño propuestas de la cámara de mezclado.

El dispositivo mezclador, seleccionado como un prototipo (US20040057332A1, publicado el 15-08-2006), comprende una carcasa que tiene un canal de flujo a través del cual pasa un fluido, un cuerpo de agitación compuesto por un eje instalado en la carcasa y conectado a un motor, y una cuchilla de agitación montada en el perímetro del eje; una entrada para alimentar un polvo en la carcasa; una entrada de líquido en las proximidades de la entrada de polvo para alimentar un líquido al interior de la carcasa; un conducto de entrada de polvo conectado a la entrada de polvo, y un introductor de polvo colocado en el conducto de entrada de polvo y conectado al motor.

Pero en esta solución se utiliza una cámara de mezclado de un diseño diferente, lo cual se debe a la poca presión del líquido que ingresa a la cámara de mezclado; no se describen los medios que impiden que el líquido entre en el conducto de entrada de polvo.

Resumen

En un aspecto, se divulga un aparato para la inyección de un reactivo en polvo en un flujo de un producto de petróleo, que comprende:

- una cámara cilíndrica de mezclado que comprende al menos una entrada para alimentar el producto de petróleo, una entrada para alimentar el reactivo en polvo, una salida para retirar el reactivo en polvo mezclado con el producto de petróleo;
- un introductor de reactivo en polvo con una salida conectada a la entrada de la cámara de mezclado a través de un dispositivo de restricción de flujo;
- una bomba para alimentar la mezcla desde la cámara de mezclado a un oleoducto, en el cual
- la al menos una entrada especificada para alimentar productos de petróleo es tangencial, una entrada para alimentar el reactivo y la salida para retirar la mezcla son axiales;
- el introductor de reactivo en polvo es un tornillo de transporte, que transporta el reactivo en polvo a la cámara de mezclado a través del dispositivo de restricción de flujo;
- el introductor de reactivo en polvo comprende un motor con engranaje reductor conectado de manera giratoria a un eje de tornillo con el introductor de reactivo en polvo que se conecta al dispositivo de restricción de flujo usando un sistema de varillas de acoplamiento, en cuyo caso
- el motor con engranaje reductor se puede mover en el eje de tornillo desde la primera posición a la segunda posición cuando se alcanza un nivel preestablecido de una carga del tornillo, en cuyo caso el movimiento hace que se abra el dispositivo de restricción de flujo;

- el motor con engranaje reductor se puede mover desde la segunda posición a la primera posición cuando el motor con engranaje reductor está apagado, en cuyo caso el movimiento a la primera posición provoca que se cierre el dispositivo de restricción de flujo.

En otro aspecto, se divulga una planta para el transporte de productos de petróleo, que comprende:

- el aparato mencionado anteriormente para inyectar el reactivo en polvo en el oleoducto;
- una unidad de control para operar el aparato anterior de acuerdo con un esquema establecido de inyección del reactivo en polvo reductor de arrastre.

En aspectos adicionales, se divulga que el dispositivo de restricción de flujo es una válvula de bola o una válvula obturadora; la bomba es una bomba de émbolo, una bomba accionada por engranajes; el aparato comprendiendo además una unidad de disolución adicional unida entre la cámara de mezclado y la bomba; la unidad de disolución adicional es un mezclador estático, un molino o una combinación de los mismos.

Los principales problemas que resuelve la invención reivindicada son la inyección eficaz del reactivo en polvo en el flujo de productos de petróleo, siempre que se garantice la fiabilidad del aparato para la inyección de un reactivo en polvo.

Básicamente, el producto de petróleo fluye desde la tubería bajo presión hacia la cámara de mezclado para lavar el reactivo en polvo reductor de arrastre y mezclarlo para formar una suspensión. Luego, la suspensión, bajo la presión del flujo de productos de petróleo, pasa a la bomba de émbolo, que homogeniza y bombea la mezcla al oleoducto. En cuyo caso el motor con engranaje reductor que hace girar el tornillo está conectado de forma giratoria al eje del tornillo, cuando el esfuerzo cortante para hacer girar el tornillo excede un valor preestablecido, esta rotación hace que la entrada de polvo se abra, de modo que el polvo entre en la cámara de mezclado y el producto de petróleo no entra en el tornillo.

Cuando se debe completar la inyección de aditivo, el motor con engranaje reductor se apaga, la gravedad hace que regrese a su posición original mientras se cierra el conducto de entrada de polvo, lo que evita que el producto de petróleo entre en el conducto de entrada de polvo y lo obstruya.

El resultado técnico de la solución implica mejorar la fiabilidad del aparato para la inyección de un reactivo en polvo.

Breve Descripción de los Dibujos

La Figura 1 muestra un esquema del prototipo.

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques del aparato para inyección de un reactivo en polvo.

La Figura 3 muestra la vista aproximada del aparato para inyección de un reactivo en polvo.

La Figura 4 muestra una modalidad 1 del mezclador estático.

La Figura 5 muestra una modalidad 2 del mezclador estático.

La Figura 6 muestra una modalidad 3 del mezclador estático.

La Figura 7 muestra una modalidad 4 del mezclador estático.

La Figura 8 muestra posiciones alternativas del motor con engranaje reductor.

Modalidad de la Invención

Existen varias soluciones para la inyección del polvo en un medio líquido, pero no todas son adecuadas para la inyección del reactivo en polvo reductor de arrastre en un flujo de medio líquido a alta presión. La alta presión del producto de petróleo puede hacer que algo de producto de petróleo entre en el conducto de entrada de polvo, lo que provocará su obstrucción.

En caso de introducir el reactivo en polvo reductor de arrastre en una tubería, existe un problema de la aglomeración de partículas de reactivo en la salida del tornillo, lo que resulta en una menor eficiencia en el uso del reactivo. En particular, los agentes reductores de la resistencia al arrastre se eliminan del tornillo en forma de grandes trozos gelatinosos que se rompen en trozos más pequeños. Una disolución insuficiente de las partículas de polvo en los productos de petróleo puede provocar la avería de la bomba que bombea la mezcla al oleoducto.

La solución seleccionada como un prototipo se muestra en la Figura 1. Su diferencia básica es que el líquido se alimenta a la cámara de mezclado 12 a baja presión y el tornillo giratorio 16 impulsado por el motor 18 se utiliza para mejorar el mezclado, además no hay bomba en la salida ya que no es necesario inyectar la mezcla en la tubería presurizada.

El aparato reivindicado para la inyección del reactivo en polvo en el flujo de un producto de petróleo comprende una cámara cilíndrica de mezclado, en la que el producto de petróleo fluye bajo presión, dado que el producto de petróleo proviene de la tubería, la presión la proporciona el producto de petróleo y no se requiere una bomba adicional para bombear el medio fluido. Además, esta presión se puede utilizar para mezclar eficazmente el polvo y el medio fluido.

Por polvo se entiende aquí cualquier sustancia fluida que pueda ser recogida y transportada por el tornillo.

Un reactivo en polvo, en particular un agente reductor de arrastre y un medio fluido, que es un producto de petróleo, se alimentan simultáneamente a la cámara de mezclado. Para la alimentación se utiliza un tornillo que transporta el polvo desde la tolva de reactivo a la cámara de mezclado. El tornillo está ubicado en el tubo, en cuya salida se ubica un

dispositivo de restricción de flujo como una válvula, válvula de retorno u otro dispositivo adecuado.

El producto de petróleo fluye a la cámara de mezclado para llegar a los aglomerados de polvo retirados del tornillo a través del dispositivo de restricción de flujo, a través de este proceso, el reactivo se lava y se disuelve en la cámara de mezclado para formar una suspensión.

Si el grado de disolución en la cámara de mezclado es insuficiente debido a la baja temperatura del medio fluido, baja solubilidad u otras razones, la suspensión se mueve bajo presión de flujo a la unidad de disolución adicional (mezclador estático, molino) o en orden secuencial: primero a una unidad de disolución adicional y luego a la segunda unidad. Si el grado de disolución es suficiente, la mezcla pasa a la bomba para ser inyectada en el oleoducto.

En un mezclador estático, el cambio regular del flujo provoca una mezcla más cuidadosa de la suspensión, la homogeneización y la disolución adicional de las partículas sólidas del reactivo en el producto de petróleo. Las partículas de reactivo se muelen y se disuelven en el molino. La dirección del flujo desde la cámara de mezclado se puede controlar abriendo y cerrando válvulas apropiadas que controlan la dirección del flujo desde la cámara de mezclado ya sea hacia la bomba o hacia la unidad de disolución adicional.

Dado que el paso de la cámara de mezclado y, opcionalmente, de las otras unidades produce una caída de presión, para inyectar la mezcla en el oleoducto se utiliza una bomba accionada por engranajes o una bomba de émbolo. Es preferible utilizar la bomba de émbolo, que es menos sensible a las partículas que no se disuelven por completo.

Descripción Detallada de las Modalidades Preferidas

Modalidad 1

En la primera modalidad, la solución reivindicada (Figura 2) es un aparato 200 para la inyección del reactivo con una entrada y una salida conectadas al oleoducto 201. El aparato 200 para la inyección del reactivo comprende una cámara de mezclado 202, un introductor de polvo 203, unidad de disolución adicional (electivamente) 204, bomba 205. Para alimentar el flujo del producto de petróleo al aparato 200 para inyección del reactivo, se puede utilizar el introductor 206, que es una válvula accionada.

La cámara de mezclado 202 es una cámara cilíndrica que comprende entradas tangenciales para alimentar el producto de petróleo, una entrada axial en el borde frontal para alimentar el reactivo en polvo y una salida axial en otro borde frontal para eliminar el reactivo en polvo mezclado con el producto de petróleo. Sin embargo, las entradas para alimentar un producto de petróleo están ubicadas de manera que el producto de petróleo fluya hacia la entrada para alimentar el reactivo en polvo de la cámara de mezclado 202.

Las entradas tangenciales están situadas de manera que los productos de petróleo fluyen bajo presión hacia el polvo (que se transforma en pasta o gel debido a una determinada presión ejercida por el tornillo y a una determinada composición) que sale por el borde frontal del cilindro. La ubicación tangencial de los conductos da como resultado un flujo arremolinado que, sujeto a la presión en el oleoducto, afecta activamente al reactivo alimentado, disolviéndolo en el proceso de circulación en la cámara 202. La ubicación de la entrada para alimentar el reactivo en polvo puede estar ya sea en el centro del borde frontal del cilindro o en su periferia. Las entradas tangenciales deben ubicarse cerca de la entrada axial para alimentar el polvo, por ejemplo a una distancia de hasta 5 cm desde el borde frontal de la cámara 202 más cercana al tornillo, preferiblemente a una distancia de hasta 2,5 cm, incluso más preferiblemente hasta 1 cm desde el borde frontal especificado.

No es deseable en el aparato reivindicado que el producto de petróleo entre en el conducto de entrada de polvo, ya que esto puede dar como resultado la formación de un trozo grande del reactivo que es expulsado por el tornillo y que obstruye la salida de la cámara de mezclado 202 o impide que la unidad 204 o la bomba 205 funcionen.

El diseño propuesto garantiza una eliminación, triturado y mezclado eficiente del polvo alimentado por el introductor de polvo 203 ya que los productos de petróleo fluyen en una dirección perpendicular a la dirección de alimentación del polvo. El flujo alimentado bajo presión se mueve a través de la cámara cilíndrica 202 a alta velocidad, cambia constantemente de dirección, lo que resulta en lavado y disolución del polvo. Sin embargo, no se requieren medios mecánicos, ya que las características de diseño del aparato reivindicado garantizan este efecto.

El número de entradas tangenciales se selecciona basándose en el requisito de una mezcla de alta calidad del producto de petróleo y el polvo y las restricciones relacionadas con la complejidad de la implementación de una gran cantidad de entradas. En la solución se propone utilizar de una a cuatro entradas tangenciales. Dado que una cantidad mayor complica la implementación pero no tiene un efecto significativo en el funcionamiento del aparato reivindicado. El diámetro de las entradas tangenciales puede variar desde 0.25 cm hasta 2.5 cm. El diámetro de las entradas se selecciona sujeto a las opciones del tornillo, las características del polvo y la cantidad de polvo introducida por unidad de volumen del producto de petróleo, etc.

Las entradas tangenciales están conectadas al oleoducto a través del introductor 206, que contiene al menos uno de los siguientes componentes: una válvula operada, líneas de derivación, un cierre hidráulico, un medidor de flujo.

Las entradas tangenciales están ubicadas en la cámara de mezclado 202 de modo que el petróleo fluye a la zona de alimentación de polvo para lavarlo eficazmente. El flujo de

productos de petróleo toma el polvo, lo disuelve parcialmente y se dirige a la salida ubicada en el segundo borde frontal de la cámara de mezclado 202 del cilindro.

El introductor de polvo 203 es un contenedor de polvo conectado al tornillo para transportar el polvo a la cámara 202. En la entrada, a través de la cual se alimenta el polvo a la cámara de mezclado 202, hay un dispositivo de restricción de flujo (no mostrado en la Figura 2), por ejemplo, una válvula esférica de contrapresión, una válvula de bola o una válvula obturadora. Este dispositivo se utiliza para evitar la entrada de productos de petróleo en el conducto de entrada del reactivo en polvo.

El tornillo para transportar el polvo comprende un tornillo accionado por un motor con engranaje reductor. El motor con engranaje reductor se selecciona dependiendo del diámetro del tornillo y de las cargas axiales durante la operación. En la práctica se utilizan tornillos con un diámetro de 25 mm a 50 mm y engranajes reductores con un factor de reducción de 25-40. De acuerdo con la geometría conocida del tornillo, el volumen de alimentación del polvo reactivo depende de la frecuencia de rotación del tornillo y se ajusta mediante un convertidor de frecuencia. El rendimiento también se puede ajustar seleccionando engranajes reductores con diferentes relaciones de transmisión.

El contenedor de polvo puede equiparse con un agitador para asegurar la fiabilidad de funcionamiento del dispositivo 203 ya que, sin el agitador, las aglomeraciones formadas en la masa de polvo pueden impedir que las partículas de polvo entren en el tornillo.

La válvula esférica de contrapresión utilizada en algunas modalidades no está controlada externamente, se abre bajo la presión del flujo de polvo alimentado por el introductor 203 y se cierra cuando el introductor 203 detiene el flujo de polvo y el polvo restante es eliminado por el flujo de aceite de modo que el resorte de la válvula de contrapresión puede mover la esfera de regreso a su posición original y cerrar el conducto.

La válvula obturadora utilizada en algunas modalidades es operada por un accionamiento externo, se abre al comienzo de la alimentación del polvo y se cierra al final, la ventaja de la válvula obturadora es la separación confiable del polvo del producto de petróleo ya que cuando el reactivo se ha eliminado, no es necesario esperar hasta que se cierre la válvula de contrapresión. La ventaja de la válvula de bola es su funcionamiento más confiable porque no se requiere una fuente de energía externa para accionarla.

En la modalidad con válvula de bola, el motor con engranaje reductor que hace girar el tornillo está conectado de forma giratoria al eje del tornillo. Como resultado, al comienzo del funcionamiento del motor con engranaje reductor, hasta que el tornillo se llena con el polvo y no crea una gran fuerza contraria para el motor con engranaje reductor, sólo gira el tornillo. Cuando el tornillo está lleno y el polvo transportado por él se detiene delante de la válvula de bola cerrada, la creciente contrafuerza del tornillo provoca que el motor con engranaje reductor comience a girar en el eje del tornillo. El aparato reivindicado tiene un cojinete para hacer girar el motor con engranaje reductor. Para evitar la rotación incontrolada del motor con engranaje reductor, se proporciona un limitador de rotación.

El limitador puede ser un retenedor que impide que el motor con engranaje reductor gire en un ángulo anterior al preestablecido. Cuando el motor con engranaje reductor golpea contra el retenedor, su fuerza de rotación se transfiere al tornillo, pero como el dispositivo de restricción de flujo 305 está abierto, no se produce sobrecarga y el polvo ingresa a la cámara de mezclado 202.

Una vista aproximada del aparato propuesto se muestra en la Figura 3, que muestra esquemáticamente la tolva 301 con un reactivo sólido (en forma de polvo con partículas de cualquier tamaño, pero el tamaño está limitado por la capacidad del alimentador de tornillo 302 para transportar el polvo con tales parámetros). El alimentador de tornillo 302 es una varilla con una superficie helicoidal, que tiene un cuerpo cilíndrico y es accionado

por un motor con engranaje reductor 303. El funcionamiento del alimentador de tornillo 302 se puede sincronizar con el funcionamiento del agitador ubicado en la tolva 301 (no mostrado). Se requiere un agitador si hay cavidades en el polvo que impiden que caiga al fondo de la tolva.

El alimentador de tornillo 302 transporta el polvo desde la tolva 301 a la cámara de mezclado 304. Además, el dispositivo de restricción de flujo 305 está instalado en la salida del alimentador de tornillo 302, lo que evita la extracción espontánea del polvo y la penetración de aceite en el cuerpo cilíndrico del alimentador de tornillo 302. La cámara de mezclado 304 es un cilindro, desde un borde frontal del cual se introduce polvo, y desde el otro borde frontal, se descarga una mezcla de polvo y aceite.

El producto de petróleo se alimenta a la cámara 304 a través de al menos un canal tangencial 306. El canal 306 está formado de manera que el producto de petróleo que fluye a alta presión elimina el polvo (polvo pegajoso, masa pastosa). La modalidad preferida es aquella en la que la dirección tangencial del (los) canal(es) para formar el movimiento del fluido facilita el eliminado activo del polvo en la ubicación del dispositivo de restricción de flujo 305 (una de las opciones es una válvula esférica de contrapresión). El dispositivo de restricción de flujo 305 está preferiblemente centrado en el cilindro de la cámara 304, el número de canales tangenciales 306 es preferiblemente 3 ó 4 para proporcionar un mejor eliminado (y pre-disolución) del polvo. Si los canales 306 no están ubicados cerca del borde frontal con el dispositivo de restricción de flujo 305, el polvo se lavará mal y la cantidad del polvo pre-disuelto eliminado en la salida 304 será controlado mal.

Otro problema con un eliminado deficiente del polvo es que si se utiliza una válvula de contrapresión, no podrá cerrarse ya que la masa de polvo impedirá que lo haga. La válvula se abre mediante el funcionamiento del alimentador de tornillo 302, que transporta

el polvo a la cámara 304, pero se cierra no sólo cuando se detiene el funcionamiento del alimentador de tornillo 302, sino también cuando se lava la masa extruida del polvo.

En la cámara 304, el polvo se mezcla con aceite alimentado desde el canal tangencial 306 conectado al oleoducto. Debido a la presión del flujo desde el canal 306, esta mezcla fluye directamente a la bomba 308 o a través de la unidad de disolución adicional 307, en la que la mezcla es homogeneizada adicionalmente debido a múltiples cambios en la dirección del flujo y su separación en muchas partes (mezclador estático) o por trituración de partículas de polvo (molino). La mezcla fluye desde la salida de la cámara de mezclado 304 usando válvulas.

Un mezclador estático es un cilindro con guías de flujo adjuntas. Las modalidades del mezclador estático utilizadas se muestran en las Figura 4 - Figura 7.

El mezclador estático de la Figura 4 es una malla 3D, el paso de un líquido con el polvo a través de la malla produce una turbulencia significativa y un alto grado de mezclado y disolución del polvo.

La Figura 5 muestra el procedimiento de mezclado en el mezclador estático mostrado en la Figura 4. Como se muestra en la Figura 5, un cambio constante del flujo conduce al hecho de que los fluidos oscuros y claros alimentados a la entrada (inferior) se mezclan homogéneamente en la salida (arriba). El polvo y el líquido se mezclan de la misma forma.

En el mezclador estático de la Figura 6, las guías de flujo son placas que rompen y mezclan el flujo.

El mezclador estático de la Figura 7 es una malla 3D, el paso de un líquido con el polvo a través de la malla da como resultado una turbulencia significativa y un alto grado de mezcla y disolución del polvo.

Preferiblemente, la sección transversal del mezclador estático corresponde a la cantidad de las secciones transversales de las entradas tangenciales en la cámara de mezclado 304 para ahorrar suficiente energía de flujo para la homogeneización del aceite y el reactivo en polvo.

Preferiblemente, el funcionamiento del dispositivo de restricción de flujo 305 en forma de válvula de bola se realiza usando un motor con engranaje reductor 303. En esta modalidad, el motor con engranaje reductor 303 está conectado de forma giratoria al eje del tornillo de transporte de polvo. En cuyo caso, cuando el motor con engranaje reductor 303 gira en el eje del tornillo, la válvula de bola se ve afectada mecánicamente a través del eslabón de conexión 309 y gira (abre o cierra).

Cuando se desconecta el suministro, el motor con engranaje reductor se encuentra en su punto más bajo, aproximadamente al mismo nivel que el tornillo (ver detalles a continuación). Después de que se suministra energía y el tornillo comienza a transportar el polvo, la contrafuerza del tornillo emerge y comienza a crecer, y cuando el polvo transportado se detiene frente a la válvula de bola cerrada, el aumento de la contrafuerza resulta en el hecho de que el motor con engranaje reductor 303 comienza a girar alrededor del eje del tornillo y sube.

Este movimiento del motor con engranaje reductor a través del eslabón 309, que consiste, por ejemplo, en un sistema de varillas de acoplamiento, se transmite a la válvula de bola y hace que se abra. Dado que la contrafuerza disminuye cuando se abre la válvula, al final de su movimiento ascendente inicial, el motor con engranaje reductor 303 debe estar en la posición en la que no volverá a su posición original por gravedad, lo cual provocará que la válvula se cierre, el cierre de la válvula, a su vez, provocará la rotación repetida del motor con engranaje reductor 303 alrededor del eje del tornillo, etc. Todo esto dará como resultado un suministro interrumpido incontrolado del reactivo y el desgaste de los

componentes del aparato reivindicado. Sin embargo, la posición del motor con engranaje reductor 303 después de su rotación inicial deberá proporcionar que después de apagar la alimentación, pueda volver a su posición original por gravedad.

Los inventores creen que no será difícil para un experto en la técnica seleccionar el rango correcto de ángulos de rotación del motor con engranaje reductor 303 alrededor del eje del tornillo para garantizar el cumplimiento de las condiciones anteriores. Los valores específicos dependen del peso del motor con engranaje reductor 303, la distancia desde su centro de gravedad al eje del tornillo, la fuerza de resistencia que surge en el proceso de transporte del reactivo (que depende del diámetro, la forma y el material del tornillo).

La Figura 8 muestra la vista aproximada de una modalidad con tornillo 801 y motor con engranaje reductor 802. En cuyo caso, el motor con engranaje reductor se designa 802a en la posición original, y se designa 802b en la posición después de que se abre la válvula de bola (posición final).

Preferiblemente, el motor con engranaje reductor 802a está ubicado en la posición original en un ángulo de 0 a +30 grados con respecto al horizonte, incluso más preferiblemente de 0 a +20 grados con respecto al horizonte, incluso más preferiblemente de 0 a +10 grados con respecto al horizonte. En este rango de ángulos, se requiere el mayor par de torsión para girar el motor con engranaje reductor alrededor del eje del tornillo, ya que la proyección del centro de gravedad sobre el eje horizontal está lo más lejos posible del eje del tornillo.

En cuyo caso, el motor con engranaje reductor 802b debería estar en la posición final en un ángulo de 45 a 85 grados con respecto al horizonte, preferiblemente de 60 a 80, incluso más preferiblemente de 70 a 80 grados con respecto al horizonte. Se requiere menos par de torsión en estos ángulos para mantener el motor con engranaje reductor 802 en esta posición. Sin embargo, no se puede utilizar un ángulo de 90 grados, ya que

en este caso, existe el riesgo de que, después de cortar la energía, el motor con engranaje reductor 802 no baje por gravedad y no cierre la válvula de bola, lo que resultará en entrada del producto de petróleo en el tornillo e incluso en la tolva.

El eslabón 309 no se describe en detalle en el presente documento, ya que su modalidad no es una tarea creativa. El movimiento del motor con engranaje reductor 802 desde la posición 802a a la posición 802b debería hacer que la válvula de bola gire y se abra, el movimiento del motor con engranaje reductor de vuelta a su posición original debería hacer que la válvula de bola se cierre, este es un requisito básico para el eslabón 309. El eslabón 309 puede incorporarse, por ejemplo, mediante varillas de acoplamiento.

Se mejora la confiabilidad del aparato y se elimina la necesidad de un control separado del dispositivo de restricción de flujo 305 en la modalidad anterior.

El Funcionamiento del Aparato Reclamado

El funcionamiento del aparato para la inyección de un reactivo comienza con el encendido de la válvula de entrada para alimentar productos de petróleo a la cámara de mezclado 202, los productos de petróleo fluyen a la cámara 202.

El introductor de reactivo en polvo 203 se enciende y usando el tornillo, el polvo bajo presión (aproximadamente 1000 kg/cm²) ingresa a la entrada de la cámara de mezclado 202, la bola de la válvula de bola bajo presión sale del asiento de la válvula y el polvo pasa hacia la cámara de mezclado 202 o el motor con engranaje reductor sube bajo presión, lo que hace que la válvula de bola se abra y el polvo entre en la cámara 202. Si se opera el dispositivo de restricción de flujo, es impulsado por señales de control desde la unidad de control.

El flujo de productos de petróleo comienza a eliminar el reactivo en polvo alimentado a la cámara 202, el cual puede tener una apariencia pastosa debido a la alta compresión en el tornillo.

La cantidad de reactivo en polvo alimentada se establece controlando la velocidad de rotación del tornillo.

Debido a la presión del flujo de productos de petróleo, la mezcla de productos de petróleo y reactivo en polvo va a la entrada de la bomba 205 o a la entrada de la unidad de disolución adicional 204 y luego a la entrada de la bomba 205, que bombea la mezcla preparada a la tubería. Una mezcla sustancialmente homogeneizada en la que el reactivo está al menos parcialmente disuelto se alimenta desde la bomba 205 a la tubería.

Luego, el producto de petróleo con el agente reductor de arrastre agregado fluye a través de la tubería con menos arrastre hidrodinámico.

Cuando se detiene la alimentación del reactivo en polvo, el reactivo ya inyectado en la cámara 202 es eliminado por el flujo de productos de petróleo, por lo que la válvula de contrapresión (la modalidad con válvula de contrapresión) se cierra y no se introduce exceso de reactivo. Mientras se realiza la alimentación, se realiza la alimentación uniforme del reactivo a la tubería.

El aparato para la inyección de un reactivo puede funcionar de forma manual o automática.

En caso de operación automatizada de la inyección, se instala un controlador (microcontrolador, unidad de control, terminal dedicada), que opera la válvula para alimentar el producto de petróleo a la cámara de mezclado, el tornillo y la bomba y lee los datos de al menos los sensores de flujo del petróleo y del polvo. La comunicación entre estos componentes del aparato para inyección de un reactivo está cableada en una modalidad preferida. El controlador puede obtener datos del medidor de flujo que mide el

volumen de petróleo alimentado a la cámara, datos de los extensómetros que miden la velocidad de flujo del reactivo en polvo, datos del sensor de presión en la salida del mezclador estático, analizarlos y controlar la alimentación de reactivos.

En la modalidad preferida, el controlador está fabricado con una opción para detener el tornillo para eliminar el reactivo de la cámara de mezclado 202, detener el flujo del producto de petróleo hacia la cámara 202 y detener la bomba después de un tiempo determinado. Debido a esta solución, el reactivo se elimina completamente de la cámara 202, lo que evita su solidificación y permite cerrar la válvula trasera a través de la cual se alimenta el reactivo, ya que si el polvo no se elimina, la válvula de contrapresión no puede apagarse incluso después de que el tornillo se detiene.

El aparato propuesto puede ser un componente de la planta para el transporte de productos de petróleo, que comprende el aparato propuesto para la inyección de un reactivo en el flujo de un producto de petróleo y una unidad para controlar este aparato, que puede operar los componentes del aparato para la inyección de un reactivo para alimentar automáticamente la cantidad establecida de reactivo en polvo al oleoducto.

Modalidad 2

En una segunda modalidad, se describe un método de transporte del producto de petróleo en el que el reactivo en polvo y el flujo de productos de petróleo se introducen en la cámara de mezcla 202, luego esta mezcla fluye a través de la unidad 204 y se bombea de regreso al oleoducto mediante la bomba 205.

Para controlar la cantidad de aceite alimentado a la cámara 202, se usa un medidor de flujo en la línea que conecta el oleoducto y la cámara 202. Para controlar la cantidad de polvo alimentado, se usan extensómetros, que se instalan preferiblemente debajo del bastidor con los componentes del aparato reivindicado. También existe una versión con

medición del peso del polvo; se pueden utilizar sensores de extensómetros que miden el peso de la tolva con el polvo.

La cantidad de reactivo introducido en el flujo de productos de petróleo se fija de acuerdo con los parámetros del reactivo, el producto de petróleo, el oleoducto y el medio ambiente. En el caso del uso de agentes reductores de arrastre, esta cantidad se fija en virtud de asegurar la máxima reducción de arrastre y/o el mínimo consumo del reactivo, debiendo considerarse que el reactivo puede perjudicar la calidad del producto final preparado a partir del producto de petróleo bombeado.

Para automatizar el proceso de inyección del reactivo, se utiliza una unidad de control que recibe señales del medidor de flujo, dispositivos para medir el flujo del polvo (por ejemplo, extensómetros), compara estos datos con los parámetros requeridos previamente ingresados y ajusta el funcionamiento del introductor de polvo 203. La unidad de control puede controlar la velocidad de rotación del motor eléctrico que acciona el tornillo y, al hacerlo, controlar la cantidad de polvo introducida en la cámara de mezclado 202.

La unidad de control se puede implementar en base a controladores, procesadores, circuitos dedicados y los periféricos necesarios. La unidad de control se puede implementar basándose en un PC con el software dedicado integrado y cajas de entrada de señales de sensores y cajas para la salida de señales de control a los componentes del aparato para inyección de un reactivo.

Es posible el funcionamiento tanto manual como automático del aparato para la inyección de un reactivo en polvo. En el caso del funcionamiento automático, si el aparato para la inyección de un reactivo está encendido, la unidad de control abre la válvula para alimentar el producto de petróleo desde el oleoducto, enciende el motor eléctrico para accionar el tornillo y alimenta el reactivo en polvo, y enciende la bomba para la inyección del producto de petróleo mezclado con el reactivo en el oleoducto.

Cuando se apaga el aparato para la inyección de un reactivo, el aparato se lava con el producto de petróleo durante un tiempo preestablecido, por ejemplo, 5 minutos. Esto se logra utilizando la unidad de control que primero detiene el tornillo y luego, después de un tiempo preestablecido, detiene la bomba. Debido a esto, la materia seca residual se elimina de la cámara 202. Cuando se corta la alimentación de materia seca, se cierra la válvula de bola y los residuos del agente son removidos de la cámara 202.

Hay que tener en cuenta que el reactivo reductor de arrastre seco, si se combina con cualquier producto de petróleo, forma una mezcla que se espesa al contacto con el aire, que después de un cierto tiempo (1-2 horas) será difícil de eliminar de la tubería y otros componentes del aparato. En unos días, la mezcla (al entrar en contacto con el aire) se convierte en una masa gomosa, que será muy difícil de eliminar.

Modalidad 3

En algunas modalidades, el introductor de polvo 203 no se llena con polvo sino con grumos de hasta 5 cm. Tales grumos requieren esfuerzos adicionales para su completa disolución en el producto de petróleo, por lo que se adjunta una unidad de disolución adicional 204 al aparato reivindicado.

La unidad 204 es un mezclador estático, un molino o una combinación de los mismos. El molino es un molino cónico, coloide de vibrocavitación, coloide de martillo giratorio, coloide de pulsación giratoria, de rodillos o de discos. Se pueden utilizar cualesquiera de molinos de discos: un solo disco; doble disco; discos múltiples; molinos de discos consecutivos, lo que no afecta la esencia de la solución.

El molino está equipado con un separador que deja pasar por la salida sólo partículas de un tamaño aceptable. Las partículas más grandes se envían a la entrada para volver a molerse. El molino está configurado de manera que se mantenga la temperatura apropiada para un aditivo polimérico.

Basado en los datos sobre las propiedades del reactivo y los requisitos para la suspensión a la salida del aparato propuesto para la inyección de un reactivo, la velocidad de alimentación del reactivo del tornillo, el encendido o apagado de la unidad de disolución adicional 204, y, si es necesario, se seleccionan otros parámetros.

Modalidad 4

En esta modalidad, se divulga una planta para el transporte de productos de petróleo, que comprende el aparato reivindicado para la inyección de un reactivo en polvo en una tubería, en cuyo caso la planta comprende una unidad de control, actuadores y sensores para la inyección automática de la cantidad del reactivo en polvo fijado según el esquema de dosificación en la tubería. El esquema de dosificación se puede cambiar en función de las lecturas de los sensores de temperatura, los sensores de composición del producto de petróleo, los datos sobre el reactivo inyectado, etc. La unidad de control procesa todos los datos de entrada y ajusta el funcionamiento del aparato de inyección para garantizar la reducción adecuada del arrastre hidrodinámico.

Las modalidades no se limitan a las modalidades descritas en el presente documento, otras modalidades de la invención que permanecen dentro de la esencia y alcance de la presente invención serán evidentes para una persona experta en el ámbito de las tecnologías basándose en la información expuesta y el conocimiento del estado de la técnica.

Los componentes en singular no excluyen la pluralidad de los componentes a menos que se especifique lo contrario.

La conexión funcional de los componentes debe entenderse como una conexión que asegura la correcta interacción de estos componentes entre sí y la implementación de una u otra funcionalidad de los componentes. Ejemplos particulares de comunicación funcional pueden ser comunicación con la capacidad de intercambiar información, comunicación

con la capacidad de transferir corriente eléctrica, comunicación con la capacidad de transmitir movimiento mecánico, comunicación con la capacidad de transmitir luz, sonido, vibraciones electromagnéticas o mecánicas, etc. El tipo específico de relación funcional está determinada por la naturaleza de la interacción de estos componentes y, a menos que se indique lo contrario, se proporciona por medios bien conocidos que utilizan principios ampliamente conocidos en la técnica.

Los métodos divulgados en el presente documento comprenden uno o más pasos o etapas para implementar la solución descrita. Los pasos y/o etapas del método pueden sustituirse entre sí manteniéndose dentro de las reivindicaciones de la invención. En otras palabras, si no se establece un orden específico de pasos o etapas, el orden y/o uso de pasos y/o etapas específicas pueden variar manteniéndose dentro de las reivindicaciones de la invención.

Aunque se han descrito en detalle y mostrado modalidades ejemplares en los dibujos adjuntos, debe entenderse que dichas modalidades son sólo ilustrativas y no se utilizan para limitar la invención más amplia y que la invención no debe limitarse a las configuraciones y estructuras específicas mostradas y descrito, ya que otras modificaciones diversas pueden ser evidentes para las personas expertas en el campo relevante.

Las características mencionadas en diversas reivindicaciones dependientes, así como las implementaciones divulgadas en diversas partes de la descripción, se pueden combinar para lograr el efecto ventajoso, incluso si la posibilidad de tal combinación no se divulga explícitamente.

REIVINDICACIONES

Lo reclamado es:

1. Un aparato para inyectar un reactivo en polvo en un flujo de un producto de petróleo, que comprende:

una cámara cilíndrica de mezclado que comprende al menos una entrada para alimentar el producto de petróleo, una entrada para alimentar el reactivo en polvo, una salida para retirar el reactivo en polvo mezclado con el producto de petróleo;

un introductor de reactivo en polvo con una salida conectada a la entrada de la cámara de mezclado a través de un dispositivo de restricción de flujo;

una bomba para alimentar la mezcla desde la cámara de mezclado a un oleoducto, en el cual

la al menos una entrada especificada para alimentar productos de petróleo es tangencial, una entrada para alimentar el reactivo y la salida para retirar la mezcla son axiales;

el introductor de reactivo en polvo es un tornillo para transporte, que transporta el reactivo en polvo a la cámara de mezclado a través del dispositivo de restricción de flujo;

el introductor de reactivo en polvo comprende un motor con engranaje reductor conectado de manera giratoria a un eje de tornillo, estando conectado el introductor de reactivo en polvo al dispositivo de restricción de flujo usando un sistema de varillas de acoplamiento, en cuyo caso

el motor con engranaje reductor se puede mover en el eje del tornillo desde la primera posición a la segunda posición cuando se alcanza un nivel preestablecido de carga del tornillo, en cuyo caso el movimiento hace que se abra el dispositivo de restricción de flujo;

el motor con engranaje reductor se puede mover desde la segunda posición a la primera posición cuando el motor con engranaje reductor es apagado, en cuyo caso el movimiento a la primera posición provoca que se cierre el dispositivo de restricción de flujo.

2. El aparato de la reivindicación 1, en el cual el dispositivo de restricción de flujo es una válvula de bola o una válvula obturadora.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el cual la bomba es una bomba de émbolo o una bomba accionada por engranajes.
4. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además una unidad de disolución adicional unida entre la cámara de mezclado y la bomba.
5. El aparato de la reivindicación 4, en el cual la unidad de disolución adicional es un mezclador estático, un molino o una combinación de los mismos.
6. La planta de transporte de productos de petróleo, que comprende:
el aparato de la reivindicación 1 para la inyección del reactivo en polvo en el oleoducto;
una unidad de control para operar el aparato anterior de acuerdo con un esquema establecido de inyección del reactivo en polvo reductor de arrastre.

ABSTRACTO

La invención se refiere al campo de las instalaciones mezcladoras, en particular a dispositivos para mezclar un reactivo en polvo con un flujo de un medio líquido. El resultado técnico especificado se produce debido al desarrollo de un aparato para inyectar un reactivo en polvo en el flujo de un producto de petróleo, que comprende: una cámara cilíndrica de mezclado, una entrada para alimentar un reactivo en polvo, una salida para retirar el reactivo en polvo mezclado con el producto de petróleo; un introductor de reactivo en polvo con una salida conectada a la entrada de la cámara de mezclado a través de un dispositivo de restricción de flujo; una bomba para alimentar la mezcla desde la cámara de mezclado al oleoducto, en la que al menos una entrada especificada para alimentar productos de petróleo es tangencial, una entrada para alimentar el reactivo y la salida para eliminar la mezcla son axiales.