



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2019.05.31

(51) Int. Cl. E21B 43/34 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2017.05.05

(54) ОТМЫВКА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И/ИЛИ ГАЗА

(31) 1607880.0

(32) 2016.05.05

(33) GB

(86) PCT/EP2017/060790

(87) WO 2017/191307 2017.11.09

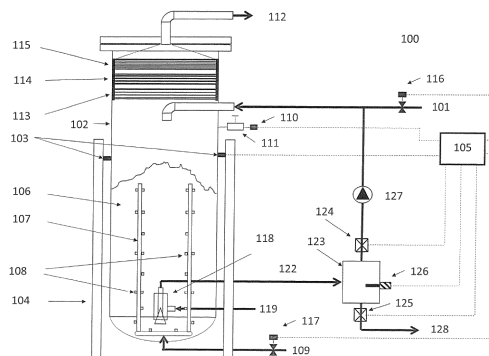
(71) Заявитель:
ФОРФЭЙЗ АС (NO)

(72) Изобретатель:
Брунтвейт Йёрген, Лингбо Карл Оле
(NO)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В. (RU)

(57) Устройство (100) для отмывки твердых частиц, отбираемых из углеводородсодержащей текучей среды, добываемой на нефте- и/или газопромысловом объекте, включающее сосуд (102), в котором нижняя часть определяет объем для сбора слоя (106) твердых частиц, а верхняя часть определяет выход (112) для жидкости из сосуда; комплект (107) труб, расположенных в объеме и имеющих множество выходных сопел (108), расположенных на них; сеть трубопроводов, соединенную с комплектом труб и предназначенную для подачи под давлением пара, или воды, или их смеси в комплект труб для выпуска пара, или воды, или их смеси через выходное сопло в объем; блок (118) промывки с псевдоожижением, расположенный в объеме, причем блок промывки с псевдоожижением включает псевдоожижающий наконечник (120), вход для подачи псевдоожижающей жидкости в псевдоожи-

жающий наконечник и выход для транспортировки псевдоожиженной смеси твердых частиц и псевдоожижающей жидкости из псевдоожижающего наконечника и за пределы сосуда; систему (126) с датчиками для определения содержания нефти, соединенную с выходом и предназначенную для определения того, находится ли содержание нефти псевдоожиженной смеси или любой ее составляющей ниже заданного порога содержания нефти, причем система с датчиками для определения содержания нефти содержит первый выход (124), сообщающийся с рециркуляционным насосом (127) для рециркуляции псевдоожиженной смеси обратно в сосуд, и второй выход (125), сообщающийся с выходным трубопроводом (128) для выпуска псевдоожиженной смеси, и контроллер (105) для селективного регулирования подачи псевдоожиженной смеси в рециркуляционный поток через рециркуляционный насос или в выходящий поток через выходной трубопровод (128) в соответствии с содержанием нефти, определяемым системой с датчиками для определения содержания нефти.



Отмывка твердых частиц при добыче нефти и/или газа

Настоящее изобретение относится к устройству и способу отмывки твердых частиц (обычно песка), отбираемых из углеводородсодержащей текучей среды, добываемой на нефте- и/или газопромысловом объекте. В частности, данное изобретение относится к устройству и способу отмывки твердых частиц из скважины или группы скважин с использованием автоматизированного устройства, которое отслеживает чистоту частиц и обеспечивает соответствие отмытых частиц определенному порогу (например, нормативному пределу) с тем, чтобы их можно было безопасно утилизировать.

При добыче нефти и газа может происходить вынос на поверхность большого количества твердых веществ, например, песка или мела. Количество и тип твердых веществ может варьироваться от залежи к залежи и от скважины к скважине. Также оно может изменяться в течение срока эксплуатации залежи/скважины. Например, по мере снижения давления залежи в ходе добычи, изменяется напряженное состояние основной горной породы в залежи. Такие изменения могут привести к увеличению напряжения в основной горной породе до такой степени, что может происходить механическое разрушение, приводящее к выносу большого количества твердых веществ (например, песка). Исходное давление в залежи поддерживает горную породу, и когда оно снижается при добыче, сама основная порода должна поддерживать массу залежи над ней, и такое увеличение напряженного состояния приводит к выносу песка.

В качестве другого примера можно привести способы увеличения нефтеотдачи пласта (УНП), такие как закачка воды или газа, которые могут привести к увеличению объема песка, выносимого в эксплуатационную скважину.

Независимо от механизма, вынос песка (и других материалов; в данном описании термин «песок» обозначает любой тип выносимых твердых веществ), вовлеченного в добываемый поток нефти и/или газа, может вызвать много проблем для оператора пласта (например, нефтяной компании). В частности, песок при добыче вызывает эрозию в трубопроводах и в оборудовании ниже по потоку. Также это может привести к засорению технологического оборудования, например, клапанов и насосов, что приводит к более высоким затратам на техническое обслуживание и к производственным потерям в течение этого обслуживания. В результате, важно как можно скорее удалить твердые частицы из добываемого потока при фонтанной добыче, то есть на эксплуатационной нефтяной платформе или нефтепромысловом объекте.

Однако твердые вещества, извлеченные из потока, покрыты углеводородом и поэтому представляют опасность для окружающей среды при неправильной отправке в отходы. Очевидно, что их нельзя перекачивать прямо в море, поскольку такие действия нанесут неприемлемый экологический ущерб.

В большинстве случаев твердые частицы, извлеченные из добываемого потока, собирают и транспортируют на берег для соответствующей обработки и отправки в отходы. Это очень дорого, так как требует места для хранения на платформе собранных твердых частиц и транспортных расходов для перемещения твердых веществ на сушу. Пространство платформы может оказаться очень дорогим и может стоить 100000 долларов США на тонну полезной нагрузки и 25000 долларов США на квадратный метр площади нефтепромыслового объекта. Другие варианты включают повторное закачивание отделенных твердых частиц в другую скважину; однако это также является затратным решением.

Авторы настоящего изобретения работали над обеспечением технических решений указанных выше ограничений, связанных с технологией, используемой в настоящее время в промышленности или раскрытой в документах известного уровня техники.

В настоящем изобретении предложено устройство для отмывки твердых частиц, отбираемых из углеводородсодержащей текучей среды, добываемой на нефте- и/или газопромысловом объекте, причем признаки устройства определены в п.1 формулы изобретения.

Предпочтительные признаки определены в зависимых пп.2-14 формулы изобретения.

В настоящем изобретении также предложен способ отмывки твердых частиц покрытых нефтью, отбираемых из углеводородсодержащей текучей среды, добываемой на нефте- и/или газопромысловом объекте, причем признаки способа определены в п.15 формулы изобретения.

Предпочтительные признаки определены в зависимых пп.16-38 формулы изобретения.

В предпочтительном воплощении настоящего изобретения соответственно предложено устройство для отмывки твердых частиц, извлеченных из углеводородсодержащей текучей среды, добываемой на нефте- и/или газопромысловом объекте, в котором использован компактный автоматизированный узел. Устройство включает вход, через который поступают твердые частицы и вода, выпускаемые из

пескоотделителя. Пескоотделитель в идеальном случае представляет собой динамический сепаратор твердых частиц, описанный в GB-A-2529729, но может быть любым сепаратором песка другого типа.

Предпочтительно песок, поступающий в устройство, собирают в сосуд, подвешенный на раме, при этом рычаги подвеса оборудованы измерительной аппаратурой для определения массы песка, собранного в сосуд. Измеренная масса может быть считана контроллером, который определяет собранное количество песка и отображает определенное количество на экране. Предпочтительно внутри подвешенного сосуда расположены трубопровод и сопла, обеспечивающие впрыск горячего пара и/или горячей воды в собранный песок. Нагретая водная текучая среда, включающая пар и/или горячую воду, обычно находится при температуре от 50 до 350°C. Высокая температура пара/горячей воды позволяет отделять нефть от частиц песка, тогда как впрыскивающие сопла встряхивают и перемешивают слой частиц. Высвобождаемая нефть всплывает поверх воды в сосуде, покидая отмытый песок в сосуде.

Помимо трубопровода с соплами внутри сосуда, также обеспечен блок промывки с псевдоожижением, размещенный у дна сосуда для сбора песка. Псевдоожижающий наконечник имеет вход и выход. На входе псевдоожижающего наконечника вводят воду, а через выход псевдоожижающего наконечника выводят смесь песка и воды. Предпочтительно смесь песка и воды, выходящую из сосуда, подают в камеру, в которой размещен датчик для измерения содержания нефти в водно-песчаной смеси. Измеренное содержание нефти считывается контроллером, и оно может быть сохранено.

Предпочтительно камера, в которой размещен датчик содержания нефти, имеет два выхода, каждый из которых имеет один или более соответствующих клапанов, которые могут быть независимо и автоматически открыты и закрыты контроллером. Первый выход соединен с рециркуляционным насосом, с помощью которого вводят водно-песчаную смесь на входе устройства, и таким образом песок возвращают в сосуд для дальнейшей отмывки. Из второго выхода камеры из устройства выпускают очищенные в достаточной степени твердые частицы, которые могут быть безопасно отправлены в отходы.

Если измеренное значение содержания, полученное контроллером, превышает заданный порог, который ранее был установлен как достаточно низкий для обеспечения очищенных в достаточной степени частиц, тогда контролер открывает

клапан на первый выход и закрывает клапан на второй выход, так что твердые частицы в камере направляют в рециркуляционный насос и рециркулируют обратно в сосуд из рециркуляционного насоса. С другой стороны, если измеренное значение содержания нефти ниже заданного порога, контроллер закрывает клапан на первый выход и открывает другой клапан на второй выход, так что очищенные твердые частицы могут выходить из устройства.

Нефть, которую отделяют от твердых частиц струйным потоком в сосуде, всплывает в верхнюю часть сосуда, где она выходит из устройства вместе с водой. Предпочтительно верхняя часть сосуда содержит несколько фильтрующих сеток, которые обеспечивают то, что твердые частицы, выносимые в верхнюю часть сосуда, не покидают сосуд с потоком нефти/воды. В идеальном случае эти сетки расположены так, что более крупные сетки размещены в нижней части, со стороны входа набора фильтрующих сеток, а более мелкие сетки расположены ближе к верхней части, со стороны выхода набора фильтрующих сеток.

В идеальном случае в сосуде расположен клапан сброса избыточного давления, который гарантирует, что давление никогда не превысит заданный максимальный предел безопасной эксплуатации. Если давление становится близким к данному безопасному пределу, клапан открывается автоматически и выпускает (или сбрасывает) газ высокого давления из сосуда в безопасную зону.

Далее воплощения настоящего изобретения описаны более подробно только в качестве примера со ссылками на прилагаемые чертежи, где:

на Фиг.1 схематически представлен вид сбоку устройства для отмывки твердых частиц в соответствии с воплощением настоящего изобретения и

на Фиг.2 схематически показана схема псевдоожижения песка и промывочный наконечник устройства, показанного на Фиг.1.

На чертежах пунктирными линиями показаны линии электрического регулирования или измерения и сплошными линиями представлены трубопроводы и пути потока.

На Фиг.1 представлена схема устройства 100 для отмывки твердых частиц. Система включает вход 101, через который водно-песчаная смесь из блока пескоотделителя (не показан) поступает в сосуд 102. Песок, поступающий через вход 101, накапливается (посредством оседания) в сосуде с образованием слоя 106 твердых частиц. Сосуд подвешен на плечах 103 внутри рамы 104. Плечи 103 оборудованы датчиком массы, соединенным с контроллером 105, который рассчитывает массу песка,

собранного в сосуде, и может отображать ее на экране (не показан). Контроллер может использовать данную информацию другими путями, описанными далее. Внутри сосуда расположен трубопровод 107, который содержит сопла, два из которых обозначены позицией 108 на Фиг.1. Специалистам в данной области техники очевидно, что количество труб и сопел в сосуде можно регулировать в соответствии с конкретной конфигурацией в зависимости, например, от размера сосуда и объема песка, который необходимо обработать. Таким образом, трубопровод 107 включает комплект труб, содержащий множество труб, каждая из которых содержит множество сопел 108. Обычно по меньшей мере одна труба или каждая труба расположена по существу в вертикальном положении и проходит прямо. Альтернативно, по меньшей мере одна труба или каждая труба представляет собой змеевик. Кроме того, трубопровод 107 включает общую трубу, соединяющую множество труб, возможно общую трубу, содержащую множество сопел 108 на ней. Трубопровод 107 соединен по текучей среде с сетью трубопроводов, расположенных снаружи сосуда. Трубопровод 107 содержит водную текучую среду в форме пара под давлением или воды, или их смеси, протекающую через трубопровод 107 и выходящую из сопел 108. Обычно через сопла 108 впрыскивают пар под давлением, который может дополнительно содержать остаточную горячую воду по существу при той же температуре, что и температура пара. Пар/воду подают через вход 109 сети трубопроводов при скорости потока, например, от 10 до 30 л/мин и при давлении от 5 МПа до 25 МПа (от 50 до 250 бар). Водная среда, включающая пар под давлением или воду, или их смесь, выходящая из сопел 108, обычно находится при температуре от 50 до 350°C. Обычно подают пар под давлением при температуре от 100 до 350°C, и возможно, он содержит дополнительно остаточную горячую воду, имеющую по существу такую же температуру, что и пар. Альтернативно, подают воду при температуре от 50 до 100°C.

Давление внутри самого сосуда следует поддерживать не слишком высоким, например, 1 МПа (10 бар), и это давление измеряют с помощью датчика давления 110 и считывают контроллером 105. В контроллере данное измеренное значение можно использовать для регулирования потока в сосуд, например, потока пара или входного водно-песчаного потока, чтобы обеспечить давление, не превышающее максимальное давление в сосуде, например, 1 МПа (10 бар). Дроссельные клапаны 116 и 117 соединены с контроллером для обеспечения автоматического управления этими потоками. Выходные клапаны 124 и 125 также можно открывать/закрывать посредством контроллера. Также предусмотрен предохранительный клапан 111, с

помощью которого автоматически сбрасывают давление в сосуде до безопасного значения, если давление в сосуде превышает заданный безопасный предел.

Высокотемпературный пар, впрыскиваемый в трубопровод 107 и через сопла 108, позволяет отделять нефть от частиц песка, собранного в сосуде. Кроме того, впрыскивание пара через указанные сопла встряхивает слой 106 частиц песка, что приводит к непрерывному взбалтыванию частиц песка. Поскольку сосуд полностью заполнен водой, нефть, отделенная от частиц песка, протекает в верхнюю часть сосуда вследствие плавучести из-за низкой плотности нефти по сравнению с плотностью воды. В результате, через сосуд проходит непрерывный поток воды и нефти, который выходит сверху через выход 112.

В верхней части сосуда показаны три сетки 113, 114 и 115, которые действуют как фильтры, препятствующие выходу частиц песка из устройства со смесью воды и нефти через выход 112. Сетки размещены так, что на сетке 113 происходит более грубая фильтрация, чем на сетке 114, и наконец, на сетке 115 происходит фильтрация при наименьшем размере частиц. Специалисту в данной области техники очевидно, что количество и сорт сеток, фильтрующих на каждой стадии, можно изменять, чтобы оптимизировать задержку песка, в зависимости от конфигурации, распределения размера частиц песка, скоростей потока и т.д., и поэтому эти параметры могут меняться от воплощения к воплощению.

Как только объем частиц песка, собранных в сосуде становится больше заданного значения, начинается операция промывки. Контроллер может использовать выходные данные от датчиков 103 массы для того, чтобы определить, пройден ли этот порог, и после этого соответствующим образом формировать систему. Вблизи дна сосуда расположен блок 118 промывки. Более подробная схема блока промывки также показана на Фиг.2.

При промывке воду впрыскивают через вход 119 и выпускают струей через сопла в промывочном наконечнике 120. Количество и размер сопел выбирают в зависимости от требований к эксплуатации устройства, например, скорости сбора песка, размера сосуда и т.д. Вода, выходящая через сопла 120, псевдооживляет слой песка в области промывочного наконечника. Поскольку давление в сосуде выше, чем снаружи, смесь воды и частиц песка, принудительно проходит через центральную трубу в промывочном наконечнике 121 и из сосуда через выходную трубу 122. Данная смесь поступает в камеру 123, имеющую два выхода, каждый из которых имеет соответствующий клапан 124, 125, которые соединены с контроллером 105. Камера

также оборудована датчиком 126 содержания нефти. Этот датчик измеряет количество нефти, которая находится в смеси воды и песка в камере, и он соединен с контроллером 105. Существует много доступных датчиков, которые могут быть использованы для данного измерения, основанных на различных технологиях, включая спектроскопию, и они могут определять очень небольшое количество нефти (порядка десятков объемных частей на млн.), см. например, усовершенствованные датчики advancedsensors.co.uk и m-flow-tech.com. Подходит любой из этих датчиков.

По мере поступления смеси воды и песка в камеру, измеряют содержание в ней нефти с использованием датчика 126. Если количество нефти превышает заданный безопасный предел (это, как правило, продиктовано экологическими стандартами), определяемый контроллером 105, тогда клапан 124 остается открытым и 125 остается закрытым. Рециркуляционный насос 127 закачивает смесь обратно в сосуд 102 через входной трубопровод 101. С другой стороны, если измеренное содержание нефти стабилизировалось ниже безопасного порогового значения, контроллер открывает клапан 125 и закрывает клапан 124. В данном случае смесь чистой воды и песка можно выпустить через выходной трубопровод 128 и безопасно отправить в отходы.

Промывку продолжают до тех пор, пока количество песка в сосуде не снизится ниже заданного значения. Когда это происходит, контроллер останавливает поток воды в блок промывки через вход 119, выключает циркуляционный насос 127 и настраивает клапаны так, что клапан 124 открыт, а клапан 125 закрыт.

Предпочтительные воплощения данного изобретения включают контроллер, автоматизирующий функцию устройства, как описано выше. Однако, в других воплощениях выходные данные датчиков, состояния клапанов и насосов могут отображаться так, что оператор может вручную открывать/закрывать клапаны, управлять насосами и т.д., чтобы достичь таких же функциональных возможностей. В других воплощениях некоторые элементы функциональных возможностей могут быть автоматизированы, как указано выше, а других можно достигать вручную в ответ на отображенные измерения датчиков.

Кроме того, предпочтительно эксплуатацию устройства осуществляют в периодическом режиме, однако, оно может работать в непрерывном режиме. В периодическом режиме последовательность может быть следующей,

1) Введение смеси воды и песка из пескоотделителя через вход 101 до тех пор, пока количество песка, собранного в сосуде 102, не достигнет порогового значения.

2) После достижения данного порога, введение воды и песка в сосуд останавливают посредством полного запираания потока с использованием дросселя 116.

3) Начало цикла промывки посредством впрыскивания воды в промывочный наконечник через вход 119 и рециркуляция смеси воды и песка с использованием рециркуляционного насоса 127. Осуществление циркуляции смеси до тех пор, пока содержание нефти в камере 123 не стабилизируется ниже безопасного порога. В ходе этого процесса рециркуляции нефть/вода выходят из сосуда через трубопровод 112.

4) Когда содержание нефти в камере 123 является достаточно низким, закрывают клапан 124 и открывают клапан 125, таким образом выпуская очищенную смеси воды и песка из устройства через трубопровод 128. Такую промывку продолжают до тех пор, пока количество песка в сосуде не достигнет заданного значения. В этот момент цикл промывки останавливают.

5) В ходе данных стадий введение пара через вход 109 может быть непрерывным, так что нефть отделяют от частиц песка непрерывно.

6) Возвращение на стадию 1.

В непрерывном режиме введение смеси воды и песка через вход 101 происходит все время. Также непрерывной является дополнительная промывка при рециркуляции смеси воды и песка с использованием рециркуляционного насоса 127 или выпуск очищенной смеси воды и песка через выходной трубопровод 128. В данном случае контроллер использует измерения датчика для регулирования расхода на насосе и клапанов для обеспечения уравнивания потока воды, загрязненного нефтью песка и промывочной воды посредством извлечения воды и нефти через выход 112 и очищенной воды и песка через трубопровод 128. Специалисту в данной области техники очевидно, как такой контроллер можно запрограммировать для достижения таких результатов.

Используя устройство и способ по предпочтительному воплощению, описанному в данном документе, твердые частицы, вынесенные из скважины или группы скважин, могут быть отмыты с помощью автоматизированного компактного узла до уровня, обеспечивающего безопасную отправку в отходы. Кроме того, такое устройство для отмывки твердых частиц позволяет осуществить безопасный сброс очищенного песка с платформы, избавляясь от необходимости хранить его на платформе и грузить собранные частицы песка на судно, направляющееся к берегу, для дальнейшей обработки.

Настоящее изобретение может быть воплощено во множестве различных форм и оно не ограничено воплощениями, изложенными в настоящем документе; напротив, данные воплощения представлены для того, чтобы данное описание изобретения было полным и исчерпывающим, и в полной мере передавало концепцию изобретения специалистам в данной области техники.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для отмывки твердых частиц, отбираемых из углеводородсодержащей текучей среды, добываемой на нефте- и/или газопромысловом объекте, включающее:

сосуд, в котором нижняя часть определяет объем для сбора слоя твердых частиц, а верхняя часть определяет выход для жидкости из сосуда;

комплект труб, расположенных в объеме и имеющих множество выходных сопел, расположенных на них;

сеть трубопроводов, соединенную с комплектом труб и предназначенную для подачи под давлением пара, или воды, или их смеси в комплект труб для выпуска пара, или воды, или их смеси через выходное сопло в объем;

блок промывки с псевдоожигением, расположенный в объеме, причем блок промывки с псевдоожигением включает псевдоожигающий наконечник, вход для подачи псевдоожигающей жидкости в псевдоожигающий наконечник и выход для транспортировки псевдоожигенной смеси твердых частиц и псевдоожигающей жидкости из псевдоожигающего наконечника и за пределы сосуда;

систему с датчиками для определения содержания нефти, соединенную с выходом и предназначенную для определения того, находится ли содержание нефти псевдоожигенной смеси или любой ее составляющей ниже заданного порога содержания нефти, причем система с датчиками для определения содержания нефти содержит первый выход, сообщающийся с рециркуляционным насосом для рециркуляции псевдоожигенной смеси обратно в сосуд, и второй выход, сообщающийся с выходным трубопроводом для выпуска псевдоожигенной смеси, и

контроллер для селективного регулирования подачи псевдоожигенной смеси в рециркуляционный поток через рециркуляционный насос или в выходящий поток через выходной трубопровод в соответствии с содержанием нефти, определяемым системой с датчиками для определения содержания нефти.

2. Устройство по п.1, в котором контроллер предназначен для обеспечения рециркуляции потока через рециркуляционный насос, когда содержание нефти, определяемое системой с датчиками для определения содержания нефти, не ниже заданного порога содержания нефти, и для обеспечения выходного потока через выходной трубопровод, когда содержание нефти, определяемое с помощью системы с датчиками для определения содержания нефти, ниже заданного порога содержания нефти.

3. Устройство по п.1 или п.2, в котором контроллер предназначен для открытия или закрытия первого и второго выходов в соответствии с содержанием нефти, определяемым с помощью системы с датчиками для определения содержания нефти.

4. Устройство по п.3, в котором каждый из первого и второго выходов содержит соответствующий клапан, и контролер выполнен с возможностью открытия или закрытия соответствующего клапана первого и второго выходов в соответствии с содержанием нефти, определяемым системой с датчиками для определения содержания нефти.

5. Устройство по любому из пп.1-4, в котором система с датчиками для определения содержания нефти включает камеру, соединенную с выходом, и датчик для измерения содержания нефти в псевдоожиженной смеси в камере.

6. Устройство по любому из пп.1-5, в котором комплект труб включает множество труб, каждая из которых содержит множество сопел на ней, где возможно по меньшей мере одна труба расположена по существу в вертикальном положении и проходит прямо или по меньшей мере одна труба представляет собой змеевик.

7. Устройство по п.6, в которой комплект труб дополнительно включает общую трубу, соединяющую множество труб, возможно общую трубу со множеством сопел на ней.

8. Устройство по любому из пп.1-7, дополнительно включающее взвешивающее устройство для определения взвешиванием, прямо или косвенно, массы твердых частиц в сосуде.

9. Устройство по п.8, в котором контроллер выполнен с возможностью регулирования блока промывки с псевдоожижением для подачи псевдоожижающей жидкости в псевдоожижающий наконечник, когда масса твердых частиц выше заданного порога.

10. Устройство по п.8 или п.9, дополнительно включающее раму для поддержания сосуда, где взвешивающее устройство вмонтировано в раму.

11. Устройство по любому из пп.1-10, дополнительно включающее систему фильтрации твердых частиц, расположенную на выходе для жидкостей из сосуда.

12. Устройство по п.11, в котором система фильтрации твердых частиц включает комплект последовательных фильтров для частиц с размером ячейки, постепенно снижающимся в направлении выхода.

13. Устройство по любому из пп.1-12, дополнительно включающее входной трубопровод, соединенный с верхней частью, для подачи псевдоожиженного потока твердых частиц, предназначенных для отмывки, в сосуд.

14. Устройство по п.13, в котором рециркуляционный насос расположен в рециркуляционном трубопроводе, соединенным с входным трубопроводом, для подачи рециркулируемой псевдоожиженной смеси во входной трубопровод.

15. Способ отмывки нефтесодержащих твердых частиц, отбираемых из углеводородсодержащей текучей среды, добываемой на нефте- и/или газопромысловом объекте, включающий следующие стадии:

i) обеспечение сосуда, в котором нижняя часть определяет объем для сбора слоя твердых частиц, а верхняя часть определяет выход для жидкости из сосуда;

ii) подачу псевдоожиженного потока твердых частиц в сосуд для обеспечения слоя твердых частиц в объеме и жидкости над слоем твердых частиц, причем по меньшей мере часть твердых частиц по меньшей мере частично покрыта нефтью;

iii) подачу под давлением пара, или воды, или их смеси в массу твердых частиц из множества выходных сопел, расположенных на трубах комплекта труб, расположенных в объеме, причем пар, или вода, или их смесь вызывают по меньшей мере частичное удаление нефти с покрытых нефтью твердых частиц, и механическое перемешивание частиц в слое с получением жидкой смеси нефти и воды над слоем, и

iv) подачу псевдоожижающей жидкости в слой для переноса псевдоожиженной смеси твердых частиц из слоя и псевдоожижающей жидкости за пределы сосуда.

16. Способ по п.15, в котором пар под давлением, или воду, или их смесь подают при температуре от 50 до 350°C, где возможно пар под давлением подают при температуре от 100 до 350°C и/или воду подают при температуре от 50 до 100°C.

17. Способ по п.15 или п.16, в котором пар под давлением, или воду, или их смесь закачивают при давлении от 5 МПа до 25 МПа (от 50 до 250 бар).

18. Способ по любому из пп.15-17, в котором пар под давлением, или воду, или их смесь закачивают со скоростью потока от 10 до 30 л/мин.

19. Способ по любому из пп.15-18, дополнительно включающий следующие стадии:

v) определения того, является ли содержание псевдоожигенной смеси или любой ее составляющей ниже заданного порога содержания нефти, где содержание нефти определяют с помощью системы с датчиками для определения содержания нефти, соединенной с выходом для псевдоожигающей жидкости, выпускаемой из сосуда, и

vi) селективной рециркуляции псевдоожигенной смеси обратно в сосуд или выпуск псевдоожигенной смеси в выходной трубопровод в соответствии с определенным содержанием нефти.

20. Способ по п.19, в котором рециркуляционный поток обеспечивают тогда, когда содержание нефти, определяемое системой с датчиками для определения содержания нефти, не ниже заданного порога содержания нефти, и выходной поток через выходной трубопровод обеспечивают тогда, когда содержание нефти, определяемое системой с датчиками для определения содержания нефти, ниже заданного порога содержания нефти.

21. Способ по п.19 или п.20, в котором система с датчиками для определения содержания нефти содержит первый выход, сообщающийся с рециркуляционным насосом, для рециркуляции псевдоожигенной смеси обратно в сосуд и второй выход, сообщающийся с выходным трубопроводом, для выпуска псевдоожигенной смеси, и контроллер открывает или закрывает первый и второй выходы в соответствии с содержанием нефти, определяемым системой с датчиками для определения содержания нефти.

22. Способ по п.21, в котором каждый из первого и второго выходов содержит соответствующий клапан, и контроллер открывает или закрывает соответствующий клапан первого и второго выходов в соответствии с содержанием нефти, определяемым с помощью системы с датчиками для определения содержания нефти.

23. Способ по любому из пп.19-22, в котором система с датчиками для определения содержания нефти включает камеру, соединенную с выходом, и датчик для измерения содержания нефти в псевдооживленной смеси в камере.

24. Способ по любому из пп.15-23, в котором комплект труб включает множество труб, каждая из которых содержит множество сопел на ней, где возможно по меньшей мере одна труба расположена по существу в вертикальном положении и проходит прямо или по меньшей мере одна труба представляет собой змеевик.

25. Способ по п.24, в котором комплект труб дополнительно включает общую трубу, соединяющую множество труб, где возможно общая труба содержит множество сопел на ней.

26. Способ по любому из пп.15-25, дополнительно включающий стадии:

vii) определения взвешиванием, прямо или косвенно, массы твердых частиц в сосуде и

viii) подачи псевдооживляющей жидкости в слой твердых частиц, когда масса твердых частиц выше заданного порога.

27. Способ по п.26, в котором на стадии (viii) определения взвешиванием массу сосуда определяют взвешиванием с использованием взвешивающего устройства, смонтированного в раму, поддерживающую сосуд.

28. Способ по любому из пп.15-27, дополнительно включающий стадию:

ix) пропускания потока смеси нефти и воды над слоем через выход.

29. Способ по п.28, дополнительно включающий стадию:

х) фильтрации смеси нефти и воды, проходящей через выход, с использованием системы фильтрации твердых частиц, расположенной на выходе.

30. Способ по п.29, в котором система фильтрации твердых частиц включает комплект последовательных фильтров для частиц с размером ячейки, постепенно снижающимся в направлении выхода, так что с помощью системы фильтрации твердых частиц постепенно отфильтровывают все меньший и меньший размер частиц.

31. Способ по любому из пп.15-30, в котором псевдооживленный поток твердых частиц, предназначенных для отмывки, подают в сосуд через входной трубопровод, соединенный с верхней частью сосуда.

32. Способ по п.31, при зависимости его от п.20, в котором рециркуляционный насос расположен в рециркуляционном трубопроводе, который сообщается с входным трубопроводом, для подачи рециркулируемой псевдооживленной смеси во входной трубопровод.

33. Способ по любому из пп.15-32, в котором твердые частицы включают песок.

34. Способ по любому из пп.15-33, в котором в течение по меньшей мере стадий (iii) и (iv) сосуд по существу заполнен твердыми частицами в слое и жидкой смесью нефти и воды над слоем.

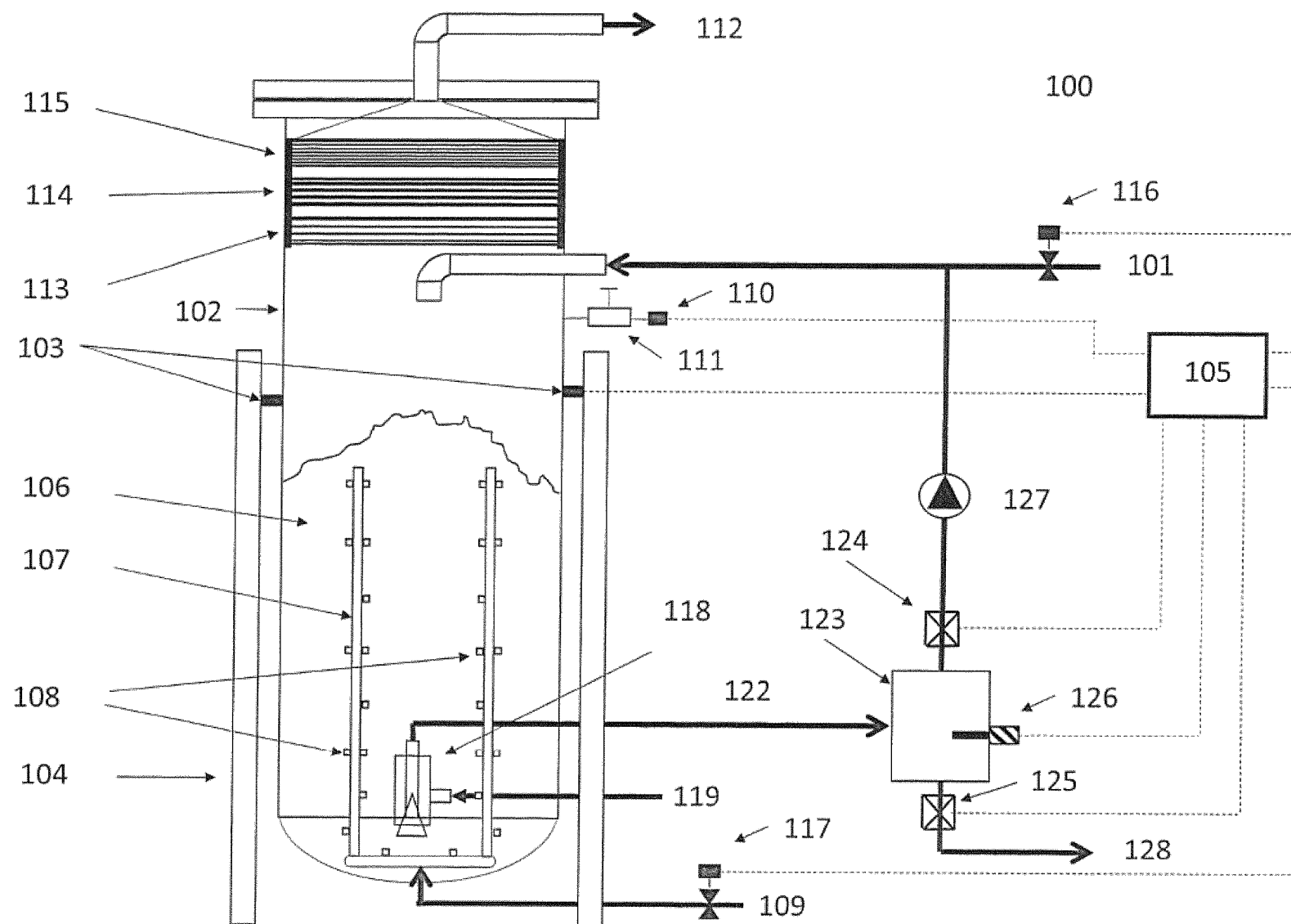
35. Способ по любому из пп.15-34, в котором в течение по меньшей мере стадий (iii) и (iv) на жидкой смеси нефти и воды над слоем расположен верхний слой нефти, плавающей на воде.

36. Способ по п.35, дополнительно включающий стадию:

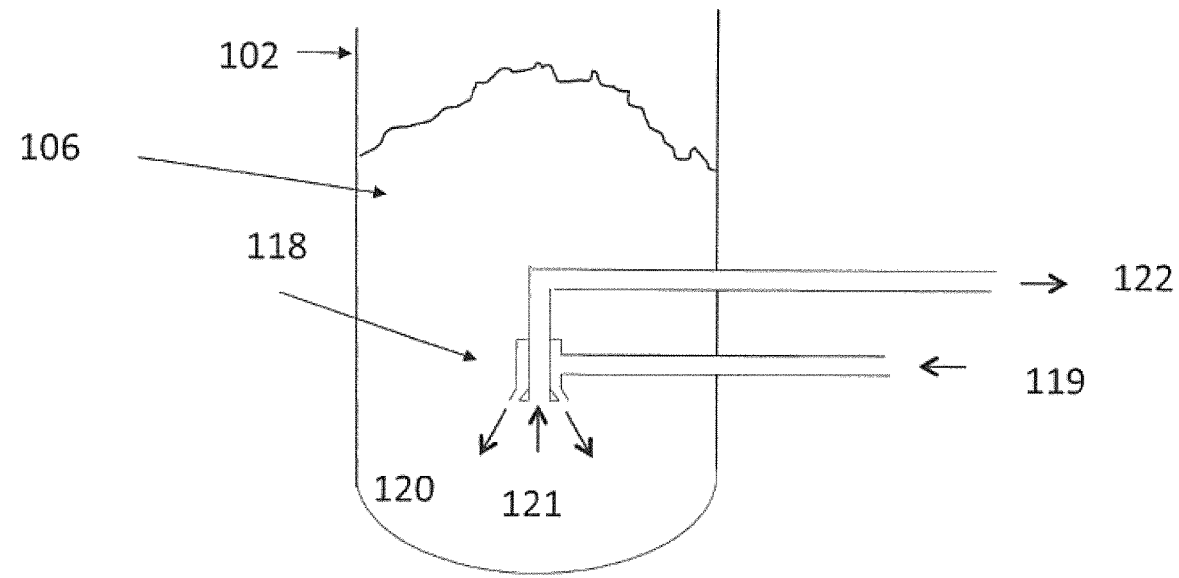
xi) снятия верхнего слоя нефти, плавающей на воде.

37. Способ по любому из пп.15-36, в котором стадии (ii) и (iii) осуществляют в непрерывном режиме, а стадию (iv) осуществляют непрерывно или осуществляют периодически, в зависимости от минимального количества, возможно массы, твердых частиц в слое.

38. Способ по любому из пп.15-36, в котором стадии (ii), (iii) и (iv) осуществляют с интервалами в периодическом режиме, в зависимости от минимального количества, возможно массы, твердых частиц в слое.



Фиг. 1



Фиг. 2