(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 039480 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.01.31

(21) Номер заявки
201892138

(22) Дата подачи заявки
2017.02.16

(51) Int. Cl. ***B01D 17/02*** (2006.01)
C02F 1/40 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И ВОДЫ

(31) **20160495; 20160769**
(32) **2016.03.23; 2016.05.06**
(33) **NO**
(43) **2019.03.29**
(86) **PCT/NO2017/000005**
(87) **WO 2017/164747 2017.09.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СТАУПЕР ОФФШОР АС (NO)

(72) Изобретатель:
Фолькванг Йёрн (NO)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) US-A-2037426
US-A-4369047
US-A-4371382
US-A-5262046
US-A1-2010187186

(57) Предложено устройство (100) для отделения углеводородов от воды, включающее секцию (110) резервуара, включающую входную трубу (111) для текучей среды, проходящую сквозь цилиндрическую стенку (101) резервуара после газового смесителя (109) с текучей средой, после чего входная труба (111) для текучей среды проходит в сегмент (113) резервуара в форме усеченного конуса, расположенный внутри секции (110) резервуара. Сегмент (113) резервуара в форме усеченного конуса включает трубную разводку (114), обеспечивающую тангенциальное распределение текучей среды вдоль внутренней стенки конического сегмента (113) к верхней части конического сегмента (113), при этом в верхней части конического сегмента (113) имеются расположенные кольцом на расстоянии друг от друга направляющие лопатки (1140).

039480 B1

039480 B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к устройству, предназначенному для разделения углеводородов и воды, в частности такого типа, в котором технологический газ используется для извлечения нефти из водной фазы промысловой воды, применяемому в связи с добычей нефти и газа или извлечением нефти из загрязненной нефтью воды.

Кроме того, признается тот факт, что экологические требования, налагаемые регулирующими органами и предписывающие в некоторых чувствительных зонах 100%-ную эффективность очистки, ставят перед операторами все более сложные задачи. Настоящее изобретение учитывает такие требования.

Уровень техники

Разделение углеводородов, т.е. нефти и/или газа, и воды требуется в разных вариантах применения. Одним типичным примером является отделение нефти от трюмной воды на борту судна. Другим примером является отделение нефти и/или природного газа от скважинного флюида, добываемого на морских нефте- и газопромыслах. В обоих примерах исходная текучая среда обычно характеризуется высоким содержанием воды. Кроме того, она может поступать с большим расходом, а пространство, имеющееся на борту судна или на морской платформе для разделительного резервуара, может быть ограниченным или дорогим.

Гидроциклоны и другие устройства быстрого разделения жидких фаз известны в данной области и дополнительно в настоящем документе не рассматриваются. Изобретение относится к сепаратору для исходной технологической текучей среды, содержащей главным образом загрязненную нефтью воду, например из гидроциклонов.

В сепараторах описываемого в настоящем документе типа технологический газ, например N_2 или CO_2, используют для создания пузырьков. Содержащаяся в исходной текучей среде нефть прилипает к пузырькам и поднимается на поверхность, тогда как вода опускается вниз. Газообразные углеводороды также образуют пузырьки и удаляются из верхней части разделительного резервуара вместе с технологическим газом и нефтью. Поскольку количество растворенного в жидкости газа пропорционально давлению над жидкостью и давление выходящей жидкости обычно равно давлению окружающей среды, то газ выделяется внутри разделительного резервуара. Давление на входе может быть снижено за одну или несколько стадий и может быть ниже атмосферного для интенсификации образования пузырьков и дегазации.

В WO 02/41965 описан разделительный резервуар, в котором в вертикальном цилиндрическом резервуаре создают вихрь, улучшающий разделение. Более конкретно, в резервуаре на его внутренней поверхности имеется спиральный направляющий элемент, предназначенный для создания вращающегося потока. Во вращающемся потоке возникают условия, при которых более легкие компоненты, такие как капли нефти и газа, движутся к внутренней концентрической цилиндрической стенке, где они коалесцируют и поднимаются к поверхности жидкости, тогда как более тяжелые компоненты движутся по радиусу наружу и вниз. Воду отводят через выходное отверстие для воды в нижней части резервуара.

В EP 1779911 A1, EP 2263768 A1 и EP 2442881 B1 описаны различные варианты вертикального цилиндрического резервуара, разделение в котором интенсифицировано за счет создания по меньшей мере одного вихря. Эти варианты снабжены гасителем вихря в форме диска, расположенным у выходного отверстия для воды в нижней части резервуара. Эффективность, достигаемая этими известными способами, неудовлетворительна.

В WO 996558 A1 описан разделительный резервуар для извлечения воды из нефти, при этом технологический газ добавляют в нефть до того, как смесь подают в нижнюю часть первой секции. Давление регулируют так, чтобы газ образовывал пузырьки, поднимающиеся через текучею среду. Пузырьки газа быстро нагреваются окружающей их нефтью, поэтому их относительная влажность уменьшается и водяной пар выталкивается из нефти. Газ и водяной пар отводят из верхней части резервуара, тогда как нефть выводят из нижней части второй секции. Первая и вторая секция резервуара разделены перегородкой, предпочтительно в форме трубы.

В данном случае эффективность также неудовлетворительна, кроме того, требуется искусственное предварительное нагревание текучей среды и насадочные устройства для обеспечения максимальной площади поверхности.

В WO 2010080035 и WO 2013109345 A1 приведены примеры вертикального цилиндрического разделительного резервуара, при этом газ, например N_2, добавляют в исходную текучую среду, смесь подают в резервуар через центральную трубу резервуара. В трубе имеются ответвления и тангенциально ориентированные сопла, предназначенные для создания вихря. Также имеются выходное отверстие для углеводородов в верхней части, спиральный направляющий элемент на внутренней поверхности, гаситель вихря и выходное отверстие для чистой воды в нижней части. При этом требуются направляющие пластины и отсутствуют какие-либо устройства, предназначенные для прекращения или ослабления вихревого эффекта в текучей среде или нежелательной вибрации текучей среды в том месте, где углеводороды и газ выходят из водной фазы. Из-за этого эффективность на каждой стадии значительно уменьшается.

В EP 2263767 A1 описан разделительный резервуар, предназначенный для отделения нефти и газа от воды, включающий цилиндрический вертикальный резервуар и внутренние конические секции, через которые смесь жидкости и газа под давлением проходит вихревым восходящим потоком вдоль наруж-

ных конических стенок и поступает в прилегающую зону у конического верхнего выходного отверстия. В этом сепараторе не обеспечивается надлежащее управление потоком жидкости в области высвобождения газообразных углеводородов, а его эффективность неудовлетворительна.

В EP 0779911 A1 описан разделительный резервуар, и автором изобретения является автор настоящей заявки. Разделительный резервуар, описанный в EP 0779911 A1, совместим с описанным в EP 2263767 A1, включающим один усеченный конус, этот разделительный резервуар может быть соединен с одним или несколькими аналогичными разделительными резервуарами с целью повышения общей эффективности. В этом сепараторе не обеспечивается надлежащее управление потоком жидкости в области высвобождения газообразных углеводородов, а его эффективность неудовлетворительна.

Описанные выше сепараторы могут включать несколько секций или стадий, так что вода, выходящая с одной стадии, поступает на следующую стадию, находящуюся ниже. Обычно имеется от двух до четырех стадий, и на каждой стадии, как правило, требуется технологический газ. Давление может быть одинаковым на всех стадиях. Однако может оказаться желательным ограничить падение давления на каждой стадии или в каждой секции, чтобы организовать в секции относительно медленный поток, тем самым увеличивая количество нефти, прилипающей к пузырькам в этой секции, следовательно, эффективность секции. При ограниченном падении давления на каждой стадии для достижения заданного давления на выходе могут потребоваться дополнительные стадии. Кроме того, минимальная управляемость движения жидкости в зоне разделения нефти-воды-газа может дополнительно уменьшать эффективность из-за неоптимального высвобождения нефти и газа, поэтому для достижения соответствующего стандарту уровня очистки могут потребоваться дополнительные стадии. Газожидкостные смеси также могут вносить значительный вклад в повышение общей эффективности процесса.

Общей задачей настоящего изобретения является решение по меньшей мере одной из поставленных выше задач при сохранении достоинств известного уровня техники. Более конкретно, задачами настоящего изобретения являются повышение эффективности и скорости разделения в сепараторе известного уровня техники, уменьшение количества требующегося технологического газа, изменение других факторов, влияющих на эксплуатационные затраты, и сочетание изобретения с биологической очисткой, учитывая ограниченность пространства для морских промыслов в чувствительных зонах в любом варианте применения, где очищенную воду необходимо сливать за борт.

Сущность изобретения

Поставленные задачи решены посредством устройства разделения углеводородов и воды по п.1 формулы изобретения. Устройство разделения углеводородов и воды включает первую секцию резервуара, содержащую цилиндрическую стенку, и отличается тем, что устройство содержит

первый сегмент резервуара, выполненный в форме усеченного конуса, расположенный внутри первой секции резервуара и включающий

первую трубную разводку, обеспечивающую тангенциальное распределение текучей среды вдоль внутренней стенки первого конического сегмента резервуара к верхней части первого конического сегмента резервуара,

газовый смеситель, имеющий входное отверстие для текучей среды и дополнительное отверстие для подачи газа,

входную трубу для текучей среды, которая проходит через упомянутую цилиндрическую стенку и соединяет газовый смеситель с трубной разводкой,

при этом

в верхней части конического сегмента резервуара расположены расположенные кольцом на расстоянии друг от друга направляющие лопатки, предназначенные для прекращения вихревого движения текучей среды и превращения движения в осевое и радиальное движение в пространстве между лопатками, и

перфорированная пластина установлена в кольцевом пространстве между основанием направляющих лопаток и стенкой резервуара или крышкой резервуара с обеспечением ламинарного вертикального потока текучей среды вдоль наружной стенки первого конического сегмента,

первое выходное отверстие для углеводородов в первой крышке резервуара у верхней части стенки резервуара, и

предохранительный клапан и уровнемер в первой крышке резервуара, и

первую трубу для удаления накипи и инородных частиц, соединенную с нижней частью первого конического сегмента резервуара, и

выходное отверстие (116) для воды в нижней части секции резервуара.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что включает вторую секцию резервуара,

при этом вторая входная труба для текучей среды второй секции резервуара соединена с выходным отверстием для воды первой секции резервуара, выполненным с возможностью обеспечения стекания воды вниз, через снабженный гасителем вихря выход, соединенный с второй входной трубой для текучей среды, и проходит сквозь стенку второго сегмента в форме усеченного конуса, расположенного в нижней второй секции резервуара,

при этом во вторую трубу для текучей среды через входную трубу для газа дополнительно подают

газ, и вторая труба для текучей среды переходит во вторую трубную разводку, аналогичную расположенной в первой секции резервуара, при этом вторая секция резервуара содержит второе выходное отверстие для углеводородов, находящееся в верхней части, и выходное отверстие для воды, находящееся в нижней части во второй крышке резервуара.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что выходные отверстия первой трубной разводки, ориентированные тангенциально относительно внутренней стенки первого конического сегмента, обеспечивают восходящее вращательное движение текучей среды к верхней части первого сегмента резервуара в форме усеченного конуса.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что конические сегменты снабжены внутренними вертикальными отбойными перегородками, находящимися в верхней части сегмента резервуара в форме усеченного конуса, тем самым обеспечивая прекращение и ослабление вращения текучей среды.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что перфорированная пластина в области поперечного сечения сегмента резервуара в форме усеченного конуса имеет пробитые отверстия с выдающимися вниз краями, тем самым обеспечивая прекращение вращательного движения текучей среды и преобразование его в восходящее управляемое движение в область разделения газа-нефти-воды.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что служащая выходным отверстием для углеводородов эжекторная труба переходит во множество эжекторных труб разной длины, тем самым улавливая высвобождающиеся нефть и газ до начала нисходящего движения через перфорированную пластину.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что служащая выходным отверстием для углеводородов эжекторная труба выполнена с возможностью вертикальной регулировки.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что положение служащей выходным отверстием для углеводородов эжекторной трубы совпадает с вертикальной центральной линией секции резервуара, когда сегмент в форме усеченного конуса и смежная область накрыты перфорированной(ми) пластиной(ми).

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что положение служащей выходным отверстием для углеводородов эжекторной трубы смещено относительно вертикальной центральной линии секции резервуара.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что в трубе имеется дополнительное входное отверстие для технологического газа.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что дополнительно включает корпус, причем смеситель установлен в корпусе.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, в котором во входном отверстии для текучей среды имеется регулятор потока.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, в котором выходные отверстия для углеводородов последовательных секций соединены с общим трубопроводом.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, включающее наружную оболочку с внутренним коническим сегментом, двойными входными отверстиями/трубами и смесителями газа в нижней части наружной оболочки, при этом трубы входят в нижнюю внутреннюю часть конического сегмента, и каждая из них переходит в два, четыре или множество горизонтальных отрезков труб, каждый из которых оканчивается у внутренней стенки конической чаши тангенциально направленным отверстием, создающим тангенциальный поток.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, включающее секцию с входным отверстием для текучей среды, снабженным смесителем газа с текучей средой, при этом входное отверстие для текучей среды проходит через цилиндрическую стенку и через симметричную выпуклую вниз нижнюю пластину конического сегмента и переходит в трубную разводку, расположенную непосредственно над днищем конического сегмента, при этом жидкость поступает из секции первой стадии, проходит через гаситель вихря на входе установленной по центру вертикальной трубы, поступая далее в трубную разводку.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что твердую фазу удаляют из самой нижней части конического сегмента через выходные трубы.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что днище конического сегмента является горизонтальным или обращенным вверх, при этом конус приподнят над нижней частью резервуара, благодаря чему уменьшается общая высота устройства.

В одном из вариантов осуществления изобретения предложено устройство, отличающееся тем, что на окружности секции резервуара кольцевая пластина установлена на опорной перфорированной пластине, имеющей постоянный диаметр и простирающейся на заданное расстояние от сегмента в форме усеченного конуса, при этом отношение площади (A1) опорной перфорированной пластины, на которую опирается кольцевая пластина, к площади (A2) сегмента в форме усеченного конуса предпочтительно

лежит в диапазоне от 2 до менее 4, чтобы уменьшить нежелательный нисходящий поток воды, смешанной с нефтью, понижающий эффективность.

В устройстве, соответствующем изобретению, не требуется наличие у входных отверстий для текучей среды направляющих пластин, придающих текучей среде восходящее вращательное движение в сегментах конической формы.

Краткое описание чертежей

Далее изобретение описано более подробно на примерах вариантов его осуществления со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых

фиг. 1 поясняет вариант осуществления изобретения с двумя коническими сегментами,

фиг. 2-4 поясняют альтернативные варианты регуляторов потока текучей среды в сепараторе,

на фиг. 5 показана сифонная трубная разводка, отходящая на разное по диаметру расстояние от центральной эжекторной трубы,

фиг. 6 поясняет вариант осуществления изобретения с одним коническим сегментом с двойными входными отверстиями,

фиг. 7А представляет собой поперечное сечение по В-В на фиг. 1, поясняющее типичную трубную разводку,

фиг. 7В представляет собой поперечное сечение по А-А на фиг. 6, поясняющее типичную трубную разводку в одностадийном процессе,

фиг. 8 поясняет вариант осуществления изобретения с двумя или более коническими сегментами с наклонным днищем, выпуклым радиально вниз,

на фиг. 9 показан смеситель газа с текучей средой в сечении по С-С на фиг. 1,

фиг. 10 поясняет принцип известной технологии, такой как биологическая очистка, заключающийся во введении постоянного потока кислорода в текучую среду, направляемую в отдельную секцию, соединенную последовательно с описанным ранее устройством очистки.

Подробное описание

Изобретение относится к устройству, предназначенному для отделения углеводородов от воды, включающему секцию 110 резервуара со входным отверстием 1 для текучей среды в цилиндрической стенке резервуара, продолжающимся далее и проходящим через стенку внутреннего конического сегмента над воронкой, с выходным отверстием 3 для углеводородов и технологического газа в верхней части и выходном отверстием 4 для воды в днище резервуара. Входная труба 111 переходит в две или более труб, т.е. в трубную разводку 114, как показано на фиг. 1. Трубная разводка 114 также показанная на фиг. 7А и В, имеет открытые концы, направленные тангенциально и расположенные вблизи внутренней стенки конического сегмента, тем самым подаваемый поток приводится во вращающееся восходящее движение вдоль внутренней конической стенки 113 к регуляторам потока различной конструкции, т.е. к направляющим лопаткам 1140 на фиг. 1. Альтернативные варианты регуляторов потока показаны также на фиг. 2, 3, 4 и 5, они предназначены для предотвращения нежелательного движения текучей среды в область над сегментом в форме усеченного конуса, где пузырьки воздуха с нефтяной пленкой выводятся в эжекторную трубу 115. Эжекторная труба смещена относительно вертикальной центральной линии, когда конический сегмент вдается в вертикально установленные пластины, образующие два или более каналов без боковых стенок, как показано на фиг. 4, сечение по А-А. Однако когда направляющие лопатки 1140 используются на выходе конического сегмента, как показано на фиг. 1 и 8, эжекторная труба 115 может находиться на центральной линии сегмента в форме усеченного конуса или предпочтительно быть смещенной относительно центральной линии.

Фиг. 1 поясняет вариант осуществления изобретения с двумя коническими сегментами. Отбойные перегородки 130 прикреплены к стенке верхнего конуса 113 у выхода сегмента в форме усеченного конуса, благодаря чему уменьшается скорость вращения текучей среды перед поступлением вверх и переходом в ламинарный поток над регуляторами потока, как описано выше.

Альтернативный вариант регулятора потока текучей среды показан на фиг. 2; он имеет форму перфорированной пластины, размещенной в области между направляющими лопатками 1140 и стенками 101, 102 резервуара. Направляющие лопатки 1140 и перфорированная пластина, отходящая от основания направляющих лопаток к стенке 102 резервуара или к кольцевой вертикальной пластине, обеспечивают оптимальную эффективность, когда диаметр резервуара нежелательно большой, например 2:1 относительно сегмента в форме усеченного конуса.

На фиг. 3 показан сегмент в форме усеченного конуса, накрытый перфорированной пластиной из материала с пробитыми отверстиями с выдающимися вниз краями, предназначенной для ослабления вращения текучей среды; в некоторый случаях может быть достаточно плоских перфорированных отверстий; пластина покрывает сегмент в форме усеченного конуса и область, доходящую до стенки 101 резервуара или крышки 102 резервуара. Для повышения эффективности еще одна или несколько перфорированных пластин могут быть размещены параллельно пластине, установленной на сегменте в форме усеченного конуса, и доходить до внутренней стенки резервуара. Когда используются перфорированные пластины, эжекторная труба 115 предпочтительно находится на центральной линии резервуара 110.

На фиг. 4 показан альтернативный вариант регулятора потока текучей среды через сегмент в форме

усеченного конуса в виде каналов без боковых стенок, образованных вертикальными пластинами, и перфорированной пластины между сегментом в форме усеченного конуса и стенками 101, 102 резервуара, при этом эжекторная труба смещена относительно центра. Сегмент в форме усеченного конуса выступает за край вертикальных пластин, образующих два или более вертикальных каналов без боковых стенок, как описано выше. В данной конфигурации эжекторная труба 115 смещена относительно центральной линии резервуара 110.

На фиг. 5 показана одна или несколько сифонных трубных разводок, отходящих горизонтально на разное по диаметру расстояние к стенке 101, 102 резервуара от эжекторной трубы 115, размещенной на центральной линии резервуара 110 с целью повышения эффективности для резервуаров большого диаметра и большой производительности. Служащая выходным отверстием для углеводородов эжекторная труба 115 разветвляется на несколько эжекторных труб 115a разной длины, улавливающих высвобождающиеся нефть и газ до начала нисходящего движения через перфорированную пластину.

В ходе функционирования исходная текучая среда содержит растворенный газ, включая технологический газ, подаваемый по потоку выше входного отверстия 2. Смешивание газа и текучей среды осуществляют при помощи специального, показанного на фиг. 1 газового 109 смесителя с текучей средой, повышающего общую эффективность. Смеситель 109 газа с текучей средой установлен в корпусе 119, как показано на фиг. 9. Тангенциально направленная трубная разводка 114 внутри конического сегмента создает вращающийся восходящий поток текучей среды в кольцевом пространстве, образованном конической стенкой 113 резервуара, известным образом. Конический сегмент (внутренняя камера) с отбойными перегородками 130 в верхней части конуса у выхода сегмента в форме усеченного конуса снижает скорость вращения и преобразует спиральный поток жидкости из нижней части конического сегмента в ламинарный осевой поток над направляющими лопатками, вертикальными каналами или перфорированной пластиной.

Перфорированная горизонтальная пластина снаружи сегмента в форме усеченного конуса дополнительно подавляет любую нежелательную вибрацию, тем самым повышая эффективность процесса. Вода отделяется от газа и нефти в верхней части конического сегмента и стекает (1155) по пространству между наружным резервуаром и внутренним сегментом в форме усеченного конуса к выходному отверстию 116 для воды в днище резервуара 104. Какие-либо инородные обломки, накипь и небольшие частицы могут быть выпущены через отдельный трубный штуцер 108, соединенный с днищем конического сегмента. Область внутреннего сегмента конической формы обеспечивает дополнительное падение давления, тем самым интенсифицируя высвобождение газа без отрицательного воздействия на восходящий вращающийся поток.

В некоторых вариантах осуществления изобретения устройство 100 дополнительно включает дополнительный конический сегмент, как показано на фиг. 1, при этом вход для текучей среды второго конического сегмента соединен с выходным отверстием приемника воды между наружным резервуаром и коническим сегментом посредством одной или нескольких труб 116. Дополнительный конический сегмент предпочтительно аналогичен коническому сегменту, описанному выше, однако также может иметь иную конструкцию. Эжекторная труба этого сегмента показана на фиг. 1 стрелкой 5 и обозначена Eject Step 2 на фиг. 8.

Внутреннее давление в каждом коническом сегменте может быть меньше давления в предшествующем коническом сегменте. Благодаря этому обеспечивается постепенное уменьшение давления, например до атмосферного давления или ниже, и благоприятные условия для эффективного потока в каждом коническом сегменте при большом перепаде давления между первым входным отверстием и последним выходным отверстием. Дополнительная подача технологического газа в каждом сегменте может не требоваться, так как при каждом снижении давления из текучей среды выделяется дополнительное количество газа.

В некоторых вариантах осуществления изобретения, однако, входная труба 111 снабжена входным отверстием для технологического газа. Дополнительное количество технологического газа может быть особенно желательным в тех вариантах применения, где перепад давления между первым входным отверстием и последним выходным отверстием для воды относительно небольшой, т.е. где значительная часть газа высвобождается в первом сегменте. Однако по разным причинам дополнительное количество технологического газа также может быть подано в дополнительных сегментах. Это показано как 118 на фиг. 1 и Gas Step 2 на фиг. 8.

В одном из вариантов осуществления изобретения каналы или трубы установлены внутри конического сегмента резервуара и между коническим сегментом резервуара и наружной секцией 110, 120 резервуара. Благодаря этому значительно облегчается установление ламинарного потока, повышается производительность на единицу объема и, что наиболее важно, общая эффективность. При этом отсутствуют внутренние соединения, направляющие пластины, болтовые соединения, нежелательная накипь удаляется при помощи известных химикатов. Адекватный внутренний осмотр может быть произведен через люки 130a. Вход для газа, датчики, рабочие клапаны и т.д. установлены на входном и выходном трубопроводах снаружи резервуара.

Одним из вариантов осуществления изобретения, как показано на фиг. 6, обеспечивается односта-

дийное устройство 260 с одним коническим сегментом или внутренней камерой, в котором имеются двойные входные отверстия для промысловой воды и подачи газа в днище резервуара. Двойные входные отверстия ведут через наружную оболочку резервуара и нижнюю часть конического сегмента внутрь, где от входных труб отходят индивидуальные трубы, концы которых ориентированы тангенциально вблизи внутренней стенки конуса. Путем закрывания и открывания доступа в трубную разводку 114, установленную внутри конического сегмента, достигаются, как минимум, следующие диапазоны производительности:

a) от 15 до 150 $м^3$/ч;

b) от 30 до 300 $м^3$/ч, т.е. диапазон изменения 10% производительности.

Предпочтительно смеситель 109, предназначенный для смешивания технологического газа с текучей средой, расположен по потоку выше входного отверстия, предпочтительно представляет собой специальный смеситель, показанный на фиг. 1 и дополнительно поясняемый на фиг. 9, при этом газовый смеситель 109, смешивающий газ и текучую среду, установлен в корпусе 119, см. также сечение С-С на фиг. 1. Применение такого смесителя гарантирует, что технологический газ будет равномерно распределен в текучей среде, поступающей через входные отверстия, что дополнительно повышает общую эффективность.

В одном из вариантов осуществления изобретения входное отверстие для текучей среды снабжено регулятором потока. Регулятор потока может иметь любую известную конструкцию, т.е. вращаемый дроссельный элемент, как в двустворчатом клапане, или скользящая пластина, закрывающая или не закрывающая паз в стенке резервуара. При помощи регулятора потока регулируют приток текучей среды в устройство, т.е. путем полного закрытия части входных отверстий или путем уменьшения или увеличения проема в каждом отверстии. Таким образом, устройство может быть настроено на некоторый диапазон объемного расхода на входе и, конечно, также на изменение объемного расхода. Датчики, блоки управления, приводные механизмы и алгоритмы управления, например обратная связь в случае настройки входных отверстий в соответствии с измеренным расходом или прямая связь в случае предварительной настройки входных отверстий на известное изменение, широко известны и могут быть применены в устройстве настоящего изобретения обычным образом.

В вариантах осуществления изобретения с двумя или несколькими коническими сегментами, как показано на фиг. 1 и 8, выходные отверстия для углеводородов из разных конических сегментов могут соединяться с отдельными выходными трубами 3 и 5, которые, в свою очередь, соединяются с общим коллектором, объединяющим отдельные потоки нефти. В этом случае требуется наличие редукционных клапанов между каждым коническим сегментом и общим выходным коллектором. В качестве альтернативы в вариантах изобретения с дополнительными секциями может быть предпочтительным наличие отдельной выходной трубы для каждого конического сегмента.

В одном из вариантов осуществления изобретения с двумя или несколькими коническими сегментами текущая вниз жидкость, вода, может поступать в следующий конический сегмент через установленную по центру вертикальную трубу, как показано на фиг. 8, тем самым исключается разводка трубопроводов, следовательно, уменьшаются затраты на изготовление и улучшаются параметры потока.

Основные принципы

На фиг. 1 показано устройство 100, соответствующее изобретению. Устройство 100 включает цилиндрическую стенку 101 резервуара, верхнюю крышку 102 и нижнюю крышку 103. Входной поток исходной текучей среды 1 содержит смесь воды, углеводородов и технологического газа 2, т.е. N_2 или CO_2. Технологический газ тщательно смешивается с углеводородами и водой в смесителе 109, после чего смесь поступает в сегмент в форме усеченного конуса по трубе, которая разветвляется на две или более труб, т.е. переходит в трубную разводку, концы труб которой тангенциально подходят к внутренней стенке сегмента в форме усеченного конуса, благодаря чему в текучей среде создается восходящий вращающийся ламинарный поток в направлении по часовой стрелке на виде сверху. В северном полушарии из-за силы Кориолиса это является естественным направлением вихря, следовательно, благоприятно к северу от экватора. Таким образом, трубная разводка, разрабатываемая для южного полушария, предпочтительно должна предусматривать создание движения исходной текучей среды в противоположном направлении, т.е. против часовой стрелки на виде сверху.

Для регулирования движения потока в области, прилегающей к подвижной по вертикали эжекторной трубе 115, уже создано и опробовано несколько способов, так как это существенно для достижения оптимальной эффективности при разных условиях и параметрах углеводородов.

В одном из вариантов осуществления изобретения в сегменте в форме усеченного конуса имеются расположенные кольцом вертикальные направляющие лопатки 1140, а на внутренней стенке усеченного конуса размещены отбойные перегородки, предпочтительно направленные против направления вращения текучей среды, тем самым преобразующие восходящее движение текучей среды в восходящее комбинированное радиальное и осевое ламинарное течение в кольцевом пространстве между стенками резервуара 101, 102 и направляющими лопатками 1040.

В одном из вариантов осуществления изобретения, как показано на фиг. 2, перфорированная пластина 1141 установлена в кольцевом пространстве между основанием направляющих лопаток 1040 и

стенкой 101 резервуара или крышкой 102 резервуара, благодаря чему обеспечивается ламинарный вертикальный поток текучей среды вдоль наружной стенки конического сегмента 113 резервуара. Таким образом, обеспечивается медленный вертикальный поток воды и оптимальное высвобождение пузырьков газа с нефтяной пленкой над перфорированной пластиной. Кольцевая пластина 1143 установлена на перфорированной пластине, имеющей постоянный диаметр и простирающейся на заданное расстояние в направлении от сегмента 113 резервуара в форме усеченного конуса. Отношение площади A1 перфорированной пластины, на которую опирается кольцевая пластина, к площади A2 сегмента в форме усеченного конуса предпочтительно лежит в диапазоне от 2 до менее 4, чтобы уменьшить нежелательный нисходящий поток воды, смешанной с нефтью, понижающий эффективность.

В одном из вариантов осуществления изобретения с не кругообразной секцией кольцевая перфорированная пластина 1141 не будет занимать все пространство между сегментом 113 резервуара в форме усеченного конуса и стенкой резервуара, из-за чего эжекция углеводородов и газа в определенных зонах вне перфорированной пластины не будет оптимальной, следовательно, уменьшится эффективность процесса. Поэтому по окружности перфорированной пластины добавляют вертикальную кольцевую пластину постоянного диаметра.

В другом варианте осуществления изобретения, как показано на фиг. 3, направляющие лопатки заменены на одну или несколько перфорированных параллельных пластин, покрывающих сегмент в форме усеченного конуса и прилегающих к кольцевому пространству, ограниченному стенкой 101 резервуара и/или крышкой 102 резервуара. Перфорированная пластина в области сегмента в форме усеченного конуса предпочтительно имеет пробитые отверстия с выдающимися вниз краями, благодаря чему вращательное движение текучей среды прекращается и превращается в восходящее управляемое движение в область разделения газа-нефти-воды.

В другом варианте осуществления изобретения, как показано на фиг. 4, в сегменте в форме усеченного конуса имеется два или более вертикальных канала без боковых стенок, образованных пластинами или листами кованого металла и служащих для той же, указанной выше цели - прекращения вращательного движения текучей среды. Перфорированная пластина по-прежнему присутствует в кольцевом пространстве между каналами и стенкой 101 резервуара и/или крышкой 102 резервуара, в некоторых случаях охватывая и сегмент в форме усеченного конуса.

В другом варианте осуществления изобретения, поясняемом на фиг. 5, предпочтительно относящемся к резервуарам с большим диаметром и/или большой производительностью, эжекторная труба переходит в сифонную головку или несколько горизонтальных труб разной длины, расположенных в той области, где происходит отделение нефти и газа.

Для поддержания оптимальной эффективности при разном составе нефти и расходе текучей среды необходимо проводить настройку в пространстве над сегментом в форме усеченного конуса при помощи подвижной по вертикали эжекторной трубы 115 с целью предотвращения попадания пузырьков с нефтяной пленкой и внесения неупорядоченности в нисходящий поток текучей среды между стенкой 101 резервуара и коническим сегментом.

На фиг. 2 показан вид в перспективе на плоскость сечения A-A фиг. 1 и положение направляющих лопаток 1140 на выходе сегмента в форме усеченного конуса.

На фиг. 7A и B показан начальный поток текучей среды после смесителя 109 в тангенциальном направлении, задаваемом трубной разводкой, вдоль внутренней конической стенки к выходу усеченного конуса для многостадийных процессов или одностадийного процесса с надлежащим перепадом давления, например 0,3 бар.

Как показано стрелками на фиг. 1, в ходе эксплуатации исходная текучая среда поднимается вдоль внутренней конической стенки 113 резервуара к направляющим лопаткам 1140, ориентированным вдоль оси в направлении верхней крышки 102, вообще над цилиндрической стенкой 101 резервуара. Из-за перепада давления между входной трубой 111 вверх вдоль конической стенки 113 резервуара и до пространства над вертикальными направляющими лопатками 1140, технологический газ и газообразные углеводороды образуют пузырьки по мере того, как текучая среда поднимается в пространство между сегментом в форме усеченного конуса и крышкой 102. Отбойные перегородки находятся в верхней части конического сегмента вблизи выхода из усеченного конуса с целью прекращения вихревого движения текучей среды.

Наибольшее количество газовых пузырьков высвобождается в вихре, образующемся в коническом пространстве, окруженном стенкой 113.

Капли нефти прилипают к пузырькам, образуемым технологическим газом в кольцевом пространстве над трубной разводкой 114 верхней секции 110 резервуара, на первой стадии и выходят с первой стадии через первое выходное отверстие 115 для углеводородов в верхней крышке 102. Стрелкой 2 показан исходной поток технологического газа, смешиваемого с промысловой текучей средой 1 на первой стадии, или в первой секции 110 резервуара. На второй стадии, осуществляемой в секции 120 резервуара, входное отверстие для технологического газа показано стрелкой 6, отведение углеводородов и технологического газа показано стрелкой 5.

Вихрь, создаваемый в коническом сегменте 113 резервуара посредством его внутренней стенки,

способствует разделению. В частности, плотность текучей среды после прохождения через регуляторы потока текучей среды, установленные в сегменте в форме усеченного конуса, увеличивается по мере удаления технологического газа и углеводородов. Более плотная текучая среда, освобожденная от газа и углеводородов, движется радиально наружу от сегмента в форме усеченного конуса, нисходя ламинарным потоком, в одном из вариантов осуществления изобретения, через перфорированную пластину. Благодаря большому пространству между выходными отверстиями сегмента в форме усеченного конуса и стенкой резервуара, возмущение потока текучей среды незначительное, поэтому отделение газа и капель нефти еще более усиливается. В состоянии равновесия наиболее плотная текучая среда, т.е. наиболее чистая вода, собирается в нижней части секции 110 резервуара. Следовательно, выходное отверстие 116 для воды находится в диске, отделяющем последующую стадию 120 от предшествующей стадии 110.

В области между коническим сегментом и стенкой 101 резервуара или у входных отверстий для текучей среды в конических сегментах никаких отклоняющих элементов или направляющих пластин не требуется.

Нисходящий поток, показанный стрелкой 1155, поступает в трубу входного отверстия 116 над нижней пластиной 104 секции 110 резервуара и в трубу 121, тем самым первая секция 110 резервуара соединяется со второй секцией 120 резервуара, где осуществляются первая и вторая стадия соответственно. Входная труба 121 аналогична входной трубе 111, а трубная разводка внутри конического сегмента аналогична описанной ранее.

В частности, вторая секция и вообще любая последующая секция предпочтительно имеет аналогичную конструкцию. Так любая дополнительная секция 120 может быть соединена последовательно с предшествующей секцией 110, 120 резервуара посредством выходных отверстий 116 и трубопровода 121.

Люки 130а предназначены для технического обслуживания и осмотра. Кроме того, входное отверстие 118 для дополнительной подачи технологического газа 6, клапаны и другое оборудование (не показано) легко доступны на внешних трубопроводах, соединенных со стенкой 101, крышками 102 и 103 резервуара.

Каждая секция 110, 120 резервуара и т.д. снабжена отдельным выходным отверстием для углеводородов, т.е. 115, 140 и т.д. Выходное отверстие трубы 140, показанное стрелкой 5, предназначено для потока технологического газа и углеводородов, аналогичного потоку из отверстия 115, показанного стрелкой 3. Если нужно, выходное отверстие 115 первой секции 110 резервуара может также представлять собой входное отверстие трубы 140.

Выходное отверстие 126 для воды последней секции расположено в днище секции 120, последняя секция 120 снабжена обычным гасителем вихря в форме горизонтального диска 150. В качестве альтернативы выходное отверстие 126 для воды может представлять собой отверстия в наружной стенке 101.

Испытания показали, что благодаря ограничению или исключению колебаний в радиальном потоке снаружи сегмента в форме усеченного конуса, как описано выше, эффективность существенно увеличивается. В результате обычно более 95% углеводородов, содержащихся в исходной текучей среде, отводится из сепаратора через первое выходное отверстие 115 для углеводородов вместе с технологическим газом. Это, в свою очередь, ослабляет потребность в дополнительных секциях, например, сводя к одной дополнительной секции 120, как показано на фиг. 1, или к единственной секции, как показано на фиг. 6, тогда как в обычном разделительном резервуаре известного уровня техники для достижения низкого содержания углеводородов в конечном потоке 4 воды требовалось бы три или четыре секции.

В соответствии с обычной практикой, (в тексте на английском языке) артикли "a", "an" и "the", используемые в описании, означают "по меньшей мере один", тогда как "one" означает именно один. Так "an inlet" (входное отверстие) в настоящем описании следует интерпретировать как "по меньшей мере одно входное отверстие". Точно так же описанием подразумевается по меньшей мере один входной поток 1, по меньшей мере один смеситель 109 и т.д.

Фиг. 9 представляет собой вертикальное поперечное сечение по С-С смесителя 109, смешивающего газ и текучую среду, описанного выше.

Вертикальный стержень 1150 образует часть опорной конструкции для горизонтальной пластины 104, отделяющей друг от друга секции 110 резервуара и 120, конических сегментов и гасителя 150 вихря над выходным отверстием для воды в нижней части секции 120 резервуара. Другие конструкции, т.е. разводки трубопроводов, также предусмотрены и входят в объем изобретения.

На фиг. 6 показан одностадийный процесс с использованием одного сегмента в форме усеченного конуса с двойными входными отверстиями/трубами для смесей жидкостей и газов. Каждая из этих труб по отдельности соединена с разводкой из двух или более горизонтальных труб, концы которых направлены тангенциально у внутренней стенки конуса.

Дополнительно показанному на фиг. 6 и описанному выше, представленное на фиг. 7В сечение А-А поясняет направление потока из двух или более горизонтальных труб, каждая из которых индивидуально соединена с двумя входными отверстиями/трубами. Каждое входное отверстие может функционировать отдельно, чтобы иметь возможность осуществлять одностадийный процесс в широком диапазоне производительности.

Подвижная в осевом направлении пластина представляет собой общий случай регулятора потока,

регулирующего подачу в соответствующую секцию 110, 120 резервуара. Регулятор потока может иметь любую обычную конструкцию, например вращаемый дроссельный элемент, такой как двустворчатый клапан в наружной трубе, или скользящая пластина, закрывающая или не закрывающая паз в стенке резервуара. В любом случае регулятор потока регулирует приток текучей среды в устройство, например путем полного закрытия части входных отверстий или путем уменьшения или увеличения проема в каждом отверстии. Таким образом, устройство 100 может быть настроено на некоторый диапазон объемного расхода на входе и, конечно, также на изменение объемного расхода. Датчики, блоки управления, приводные механизмы и алгоритмы управления, например обратная связь в случае настройки входных отверстий в соответствии с измеренным расходом или прямая связь в случае предварительной настройки входных отверстий на известное изменение, широко известны и могут быть применены в устройстве настоящего изобретения обычным образом.

Описанные выше процессы могут быть соединены последовательно с одним или несколькими известными процессами биологической очистки, чтобы приблизить эффективность процесса к 100%. Такая система включает устройство 100, в котором при определенных условиях достигается эффективность очистки более 99%, соединенное с процессом биологической очистки, осуществляемым ниже по потоку, с целью преобразования оставшейся в количестве порядка частей на миллион нефти в воду и CO_2. На фиг. 10 показан принцип известной технологии, такой как биологическая очистка путем создания пленки поедающих нефть бактерий на насадке в форме частиц или микрошариков, добавления постоянного потока кислорода в текучую среду, направляемую в отдельную секцию, соединенную последовательно с описанным ранее устройством очистки, и тем самым превращения углеводородов в CO_2 и воду.

Хотя изобретение было описано со ссылкой на конкретные примеры и варианты его осуществления, объем изобретения определяется прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство (100) разделения углеводородов и воды, включающее первую секцию (110) резервуара, содержащую цилиндрическую стенку (101), отличающееся тем, что устройство содержит

первый сегмент (113) резервуара, выполненный в форме усеченного конуса, расположенный внутри первой секции (110) резервуара и включающий

первую трубную разводку (114), обеспечивающую тангенциальное распределение текучей среды вдоль внутренней стенки первого конического сегмента (113) резервуара к верхней части первого конического сегмента (113) резервуара,

газовый смеситель (109), имеющий входное отверстие (1) для текучей среды и дополнительное отверстие (2) для подачи газа,

входную трубу (111) для текучей среды, которая проходит через упомянутую цилиндрическую стенку (101) и соединяет газовый смеситель (109) с трубной разводкой (114),

при этом в верхней части конического сегмента (113) резервуара расположены расположенные кольцом на расстоянии друг от друга направляющие лопатки (1140), предназначенные для прекращения вихревого движения текучей среды и превращения движения в осевое и радиальное движение в пространстве между лопатками, и

перфорированная пластина (1141) установлена в кольцевом пространстве между основанием направляющих лопаток (1040) и стенкой (101) резервуара или крышкой (102) резервуара с обеспечением ламинарного вертикального потока текучей среды вдоль наружной стенки первого конического сегмента (113), и

первое выходное отверстие (115) для углеводородов в первой крышке (102) резервуара у верхней части стенки (101) резервуара,

предохранительный клапан и уровнемер в первой крышке (102) резервуара,

первую трубу (108) для удаления накипи и инородных частиц, соединенную с нижней частью первого конического сегмента (113) резервуара,

выходное отверстие (116) для воды в нижней части секции (110) резервуара.

2. Устройство (100) по п.1, отличающееся тем, что включает вторую секцию (120) резервуара, при этом

вторая входная труба (121) для текучей среды второй секции (120) резервуара соединена с выходным отверстием (116) для воды первой секции (110) резервуара, выполненным с возможностью обеспечения стекания воды вниз, через снабженный гасителем вихря выход, соединенный с второй входной трубой (121) для текучей среды, и проходит сквозь стенку второго сегмента (113) в форме усеченного конуса, расположенного в нижней второй секции (120) резервуара,

при этом во вторую трубу (121) для текучей среды через входную трубу (118) для газа дополнительно подают газ (6) и вторая труба (121) для текучей среды переходит во вторую трубную разводку (114), аналогичную расположенной в первой секции (110) резервуара, при этом вторая секция (120) резервуара содержит второе выходное отверстие (140) для углеводородов, находящееся в верхней части, и выходное отверстие (126) для воды, находящееся в нижней части во второй крышке (103) резервуара.

3. Устройство (100) по п.1 или 2, отличающееся тем, что выходные отверстия первой трубной разводки (114), ориентированные тангенциально относительно внутренней стенки первого конического сегмента (113), обеспечивают восходящее вращательное движение текучей среды к верхней части первого сегмента (113) резервуара в форме усеченного конуса.

4. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что конические сегменты (113) снабжены внутренними вертикальными отбойными перегородками (130), находящимися в верхней части сегмента (113) резервуара в форме усеченного конуса, тем самым обеспечивая прекращение и ослабление вращения текучей среды.

5. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что перфорированная пластина (1140a) в области поперечного сечения сегмента (113) резервуара в форме усеченного конуса имеет пробитые отверстия с выдающимися вниз краями, тем самым обеспечивая прекращение вращательного движения текучей среды и преобразование его в восходящее управляемое движение в область разделения газа-нефти-воды.

6. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что служащая выходным отверстием (115) для углеводородов эжекторная труба переходит во множество эжекторных труб (115a) разной длины, тем самым улавливая высвобождающиеся нефть и газ до начала нисходящего движения через перфорированную пластину.

7. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что служащая выходным отверстием для углеводородов эжекторная труба (115) выполнена с возможностью вертикальной регулировки.

8. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что положение служащей выходным отверстием (115) для углеводородов эжекторной трубы совпадает с вертикальной центральной линией секции (110) резервуара, когда сегмент (113) в форме усеченного конуса и смежная область накрыты перфорированной(ми) пластиной(ми).

9. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что положение служащей выходным отверстием (115) для углеводородов эжекторной трубы смещено относительно вертикальной центральной линии секции (110) резервуара.

10. Устройство (100) по п.1 или 2, отличающееся тем, что в трубе (121) имеется дополнительное входное отверстие (118) для технологического газа (6).

11. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что дополнительно включает корпус (119), причем смеситель (109) установлен в корпусе (119).

12. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором во входном отверстии (111, 121) для текучей среды имеется регулятор потока.

13. Устройство (100, 300), в котором выходные отверстия (115, 140) для углеводородов последовательных секций (110, 120) соединены с общим трубопроводом.

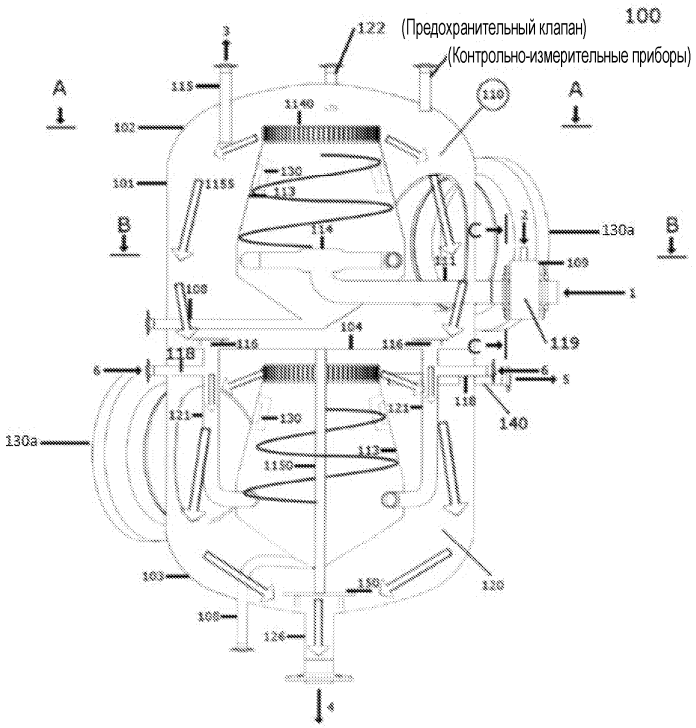
14. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, включающее наружную оболочку (260) с внутренним коническим сегментом (113), двойными входными отверстиями/трубами и смесителями газа в нижней части наружной оболочки, при этом трубы входят в нижнюю внутреннюю часть конического сегмента и каждая из них переходит в два, четыре или множество горизонтальных отрезков труб, каждый из которых оканчивается у внутренней стенки конической чаши тангенциально направленным отверстием, создающим тангенциальный поток.

15. Устройство (100, 300) по любому из пп.1 или 2, включающее секцию с входным отверстием для текучей среды, снабженным смесителем газа с текучей средой, при этом входное отверстие для текучей среды проходит через цилиндрическую стенку и через симметричную выпуклую вниз нижнюю пластину конического сегмента (113) и переходит в трубную разводку, расположенную непосредственно над днищем конического сегмента, при этом жидкость поступает из секции первой стадии, проходит через гаситель вихря на входе установленной по центру вертикальной трубы, поступая далее в трубную разводку.

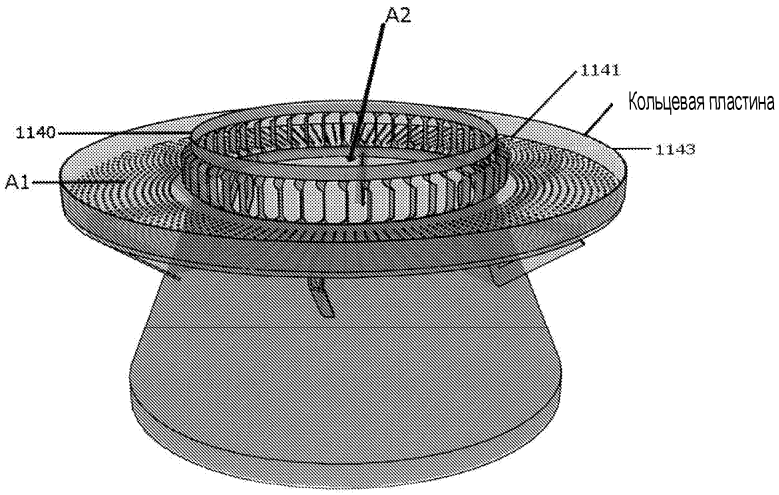
16. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что твердую фазу удаляют из самой нижней части конического сегмента (113) через выходные трубы (108).

17. Устройство (100) по пп.1 и 2, отличающееся тем, что днище конического сегмента (113) является горизонтальным или обращенным вверх, при этом конус приподнят над нижней частью резервуара, благодаря чему уменьшается общая высота устройства.

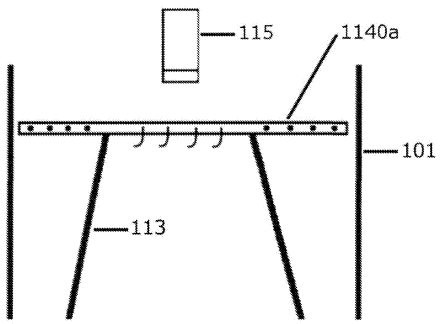
18. Устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что на окружности секции (101) резервуара кольцевая пластина (1143) установлена на опорной перфорированной пластине, имеющей постоянный диаметр и простирающейся на заданное расстояние от сегмента (113) в форме усеченного конуса, при этом отношение площади (A1) опорной перфорированной пластины, на которую опирается кольцевая пластина, к площади (A2) сегмента в форме усеченного конуса, предпочтительно лежит в диапазоне от 2 до менее 4, чтобы уменьшить нежелательный нисходящий поток воды, смешанной с нефтью, понижающий эффективность.



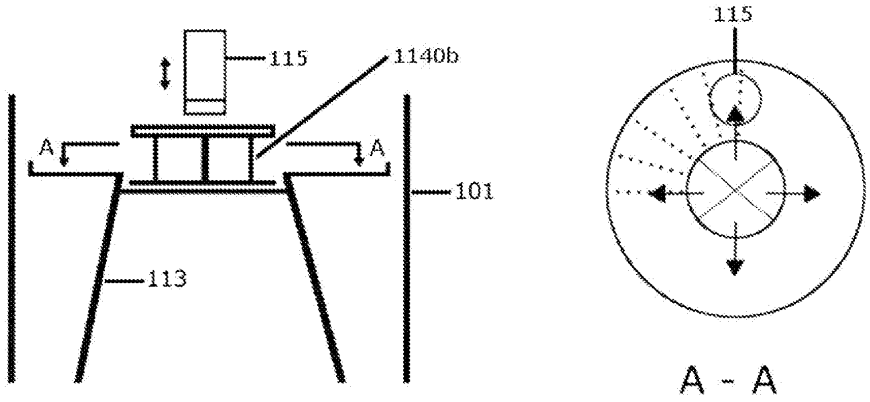
Фиг. 1



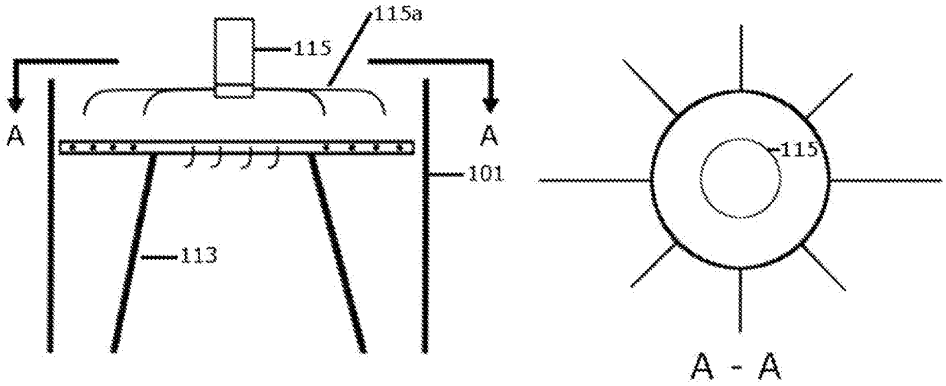
Фиг. 2



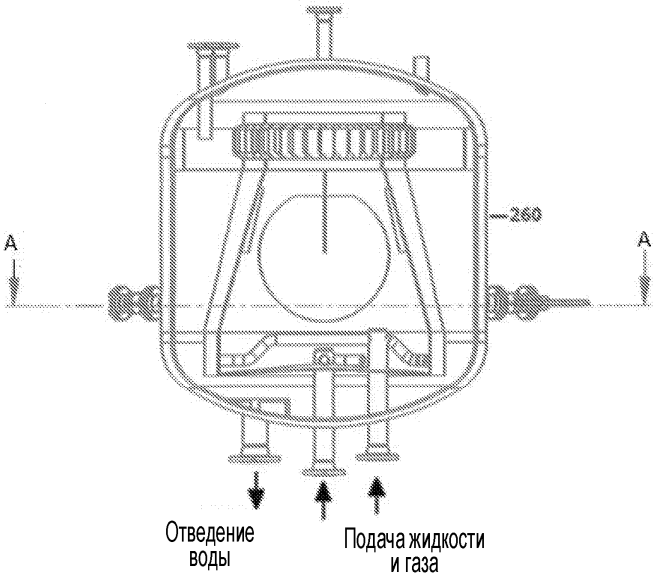
Фиг. 3



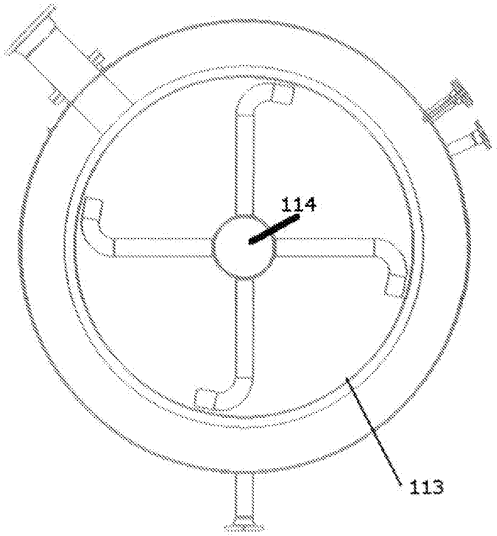
Фиг. 4



Фиг. 5

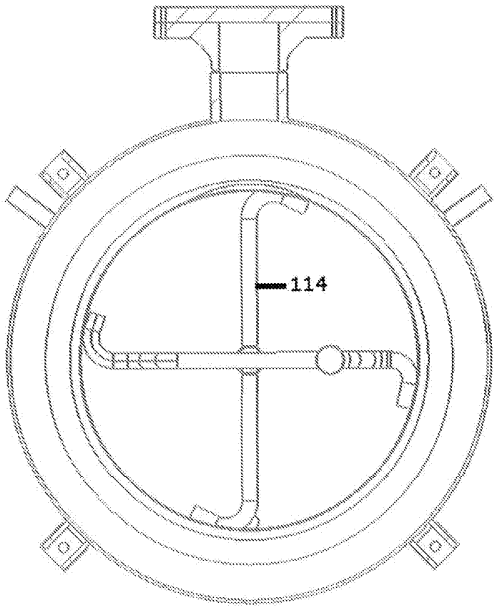


Фиг. 6



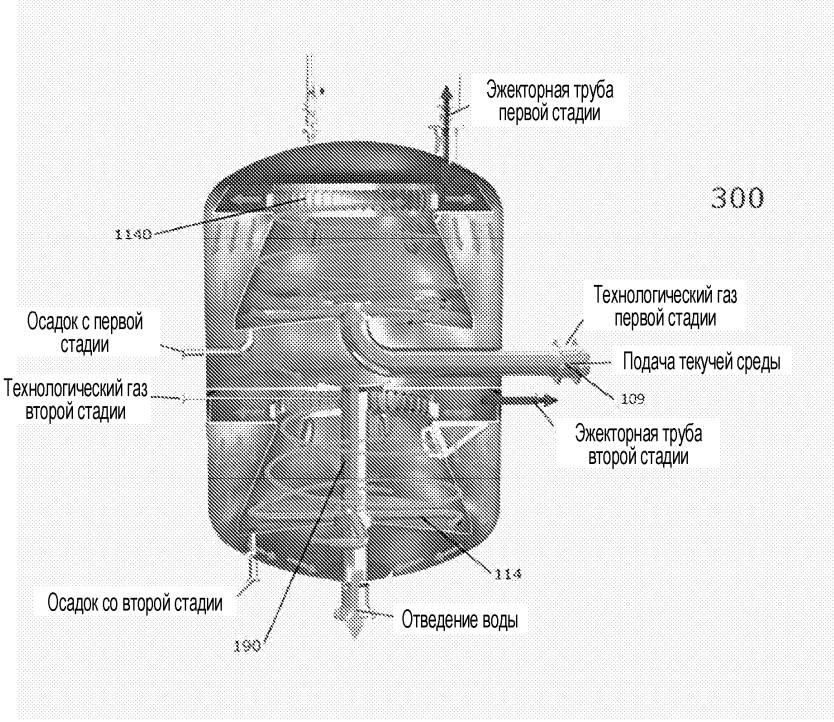
Сечение B-B

Фиг. 7A

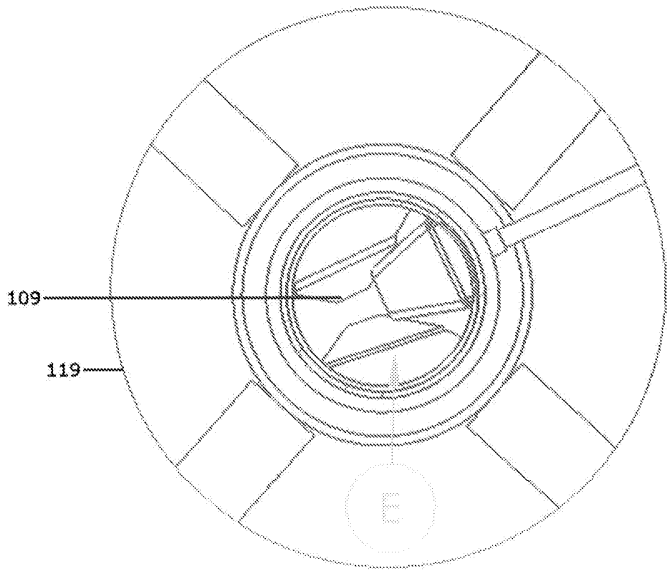


Сечение A-A

Фиг. 7B

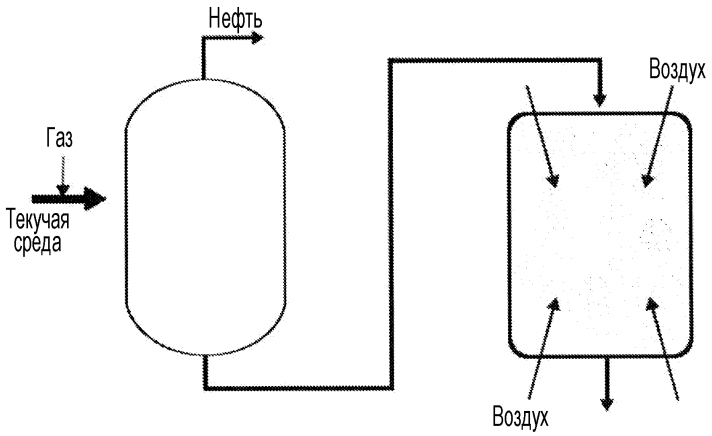


Фиг. 8



Сечение C-C

Фиг. 9



Фиг. 10

Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2