



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01F 15/08 (2019.08); B01D 19/00 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019110277, 23.08.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.08.2017

Дата регистрации:
21.11.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
09.09.2016 DE 10 2016 116 989.7

(45) Опубликовано: 21.11.2019 Бюл. № 33

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 09.04.2019

(86) Заявка РСТ:
EP 2017/071222 (23.08.2017)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2018/046299 (15.03.2018)

Адрес для переписки:
101000, Москва, ул. Мясницкая, 13, стр. 5, ООО
"Союзпатент", С.Б. Фелициной

(72) Автор(ы):

**ХОРОБА, Гuido (DE),
ЦАЙСЛЬМАЙЕР, Гельмут (DE),
ДРАМ, Вольфганг (DE),
ХЁККЕР, Райнер (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

ЭНДРЕСС + ХАУЗЕР ФЛОУТЕК АГ (CH)

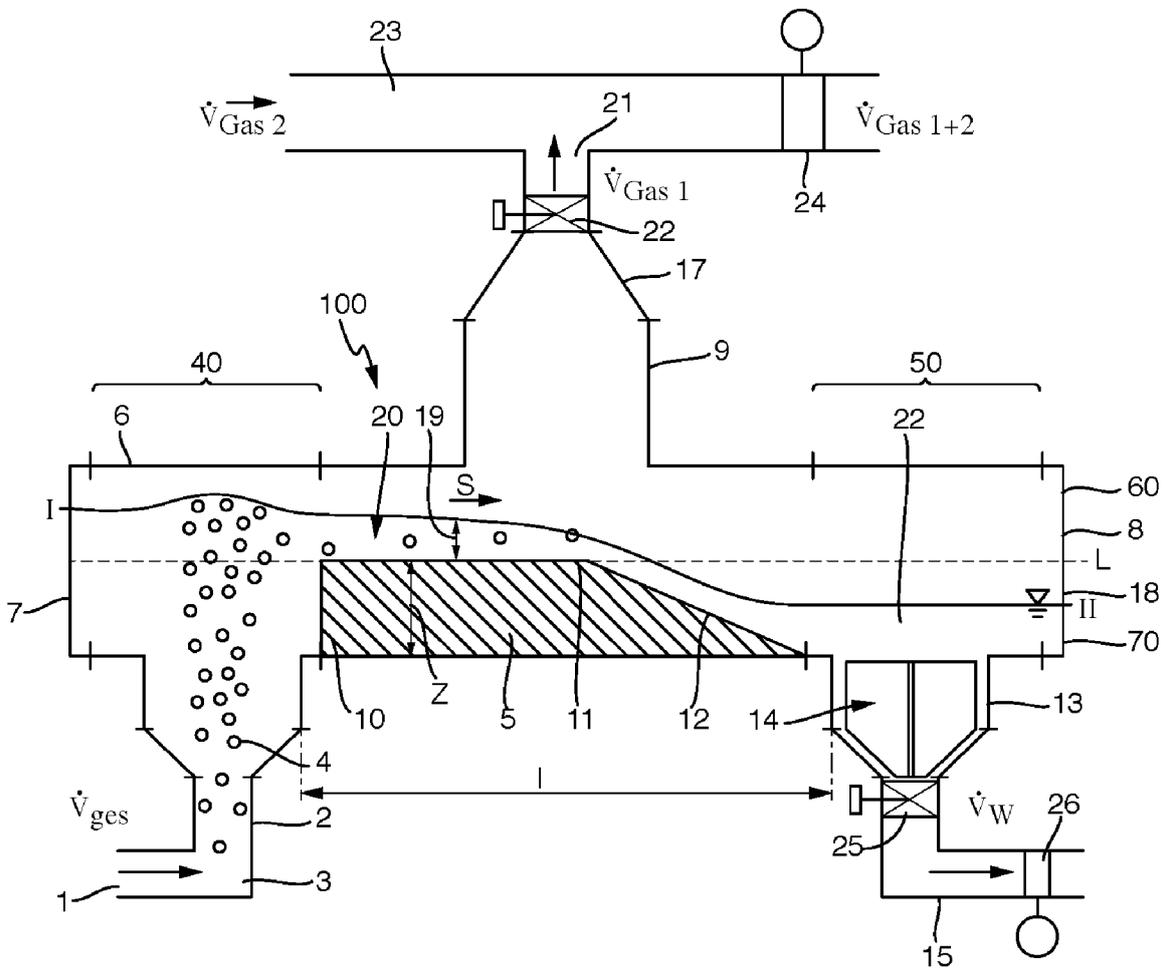
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 6730146 B2, 04.05.2004. DE
19781704 B4, 25.03.1999. JP 2006343064 A,
21.12.2006. RU 2409411 C1, 20.01.2011.

(54) **ГАЗОТДЕЛИТЕЛЬ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ОДНОГО ИЛИ
НЕСКОЛЬКИХ КОМПОНЕНТОВ МНОГОФАЗНОЙ СРЕДЫ, В ЧАСТНОСТИ ГАЗОВОДЯНОЙ
СМЕСИ, И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ**

(57) Реферат:

Предложен газоотделитель (100) для разделения многофазной среды (3), включающей в себя по меньшей мере один газ, в частности в виде газовых пузырьков (4), и жидкость (27), содержащий трубчатый корпус (6) с продольной осью (L1), а также вход (1) для газообразной среды, выпуск (16) для жидкости и выпуск (21) для газа, причем трубчатый корпус (6) имеет входную зону (40) и выходную зону (50), отличающийся тем, что газоотделитель (100) содержит между входной зоной (40) и выходной зоной (50) перегородку (5) с направляющей

поверхностью (11), которая обтекается средой (3) с образованием зоны мелководья таким образом, что содержащийся в среде газ в зоне мелководья может выходить из среды и отводиться из газоотделителя (100) через газовый выпуск, а также устройство для определения расхода по меньшей мере одного отдельного компонента многофазной среды (3). Технический результат - создание газоотделителя, который особенно эффективным образом обеспечивал бы разделение течения, содержащего газы и пузырьки. 3 н. и 14 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01F 15/08 (2006.01)
B01D 19/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01F 15/08 (2019.08); B01D 19/00 (2019.08)

(21)(22) Application: **2019110277, 23.08.2017**

(24) Effective date for property rights:
23.08.2017

Registration date:
21.11.2019

Priority:

(30) Convention priority:
09.09.2016 DE 10 2016 116 989.7

(45) Date of publication: **21.11.2019 Bull. № 33**

(85) Commencement of national phase: **09.04.2019**

(86) PCT application:
EP 2017/071222 (23.08.2017)

(87) PCT publication:
WO 2018/046299 (15.03.2018)

Mail address:
**101000, Moskva, ul. Myasnitskaya, 13, str. 5, OOO
"Soyuzpatent", S.B. Felitsinoj**

(72) Inventor(s):

**HOROBA, Guido (DE),
ZEISLMEIER, Helmut (DE),
DRAHM, Wolfgang (DE),
HOECKER, Rainer (DE)**

(73) Proprietor(s):

ENDRESS + HAUSER FLOWTEC AG (CH)

(54) **GAS SEPARATOR AND DEVICE FOR DETERMINING FLOW RATE OF ONE OR MORE COMPONENTS OF MULTIPHASE MEDIUM, IN PARTICULAR A GAS-WATER MIXTURE, AND ITS USE**

(57) Abstract:

FIELD: gas industry.

SUBSTANCE: disclosed is gas separator (100) for separation of multiphase medium (3), including at least one gas, in particular in form of gas bubbles (4), and liquid (27) comprising tubular housing (6) with longitudinal axis (L1), as well as inlet (1) for gaseous medium, outlet (16) for liquid and outlet (21) for gas, wherein tubular housing (6) has inlet zone (40) and outlet zone (50), characterized in that gas separator (100) comprises between inlet zone (40) and outlet zone (50) partition (5) with guide surface (11), which is

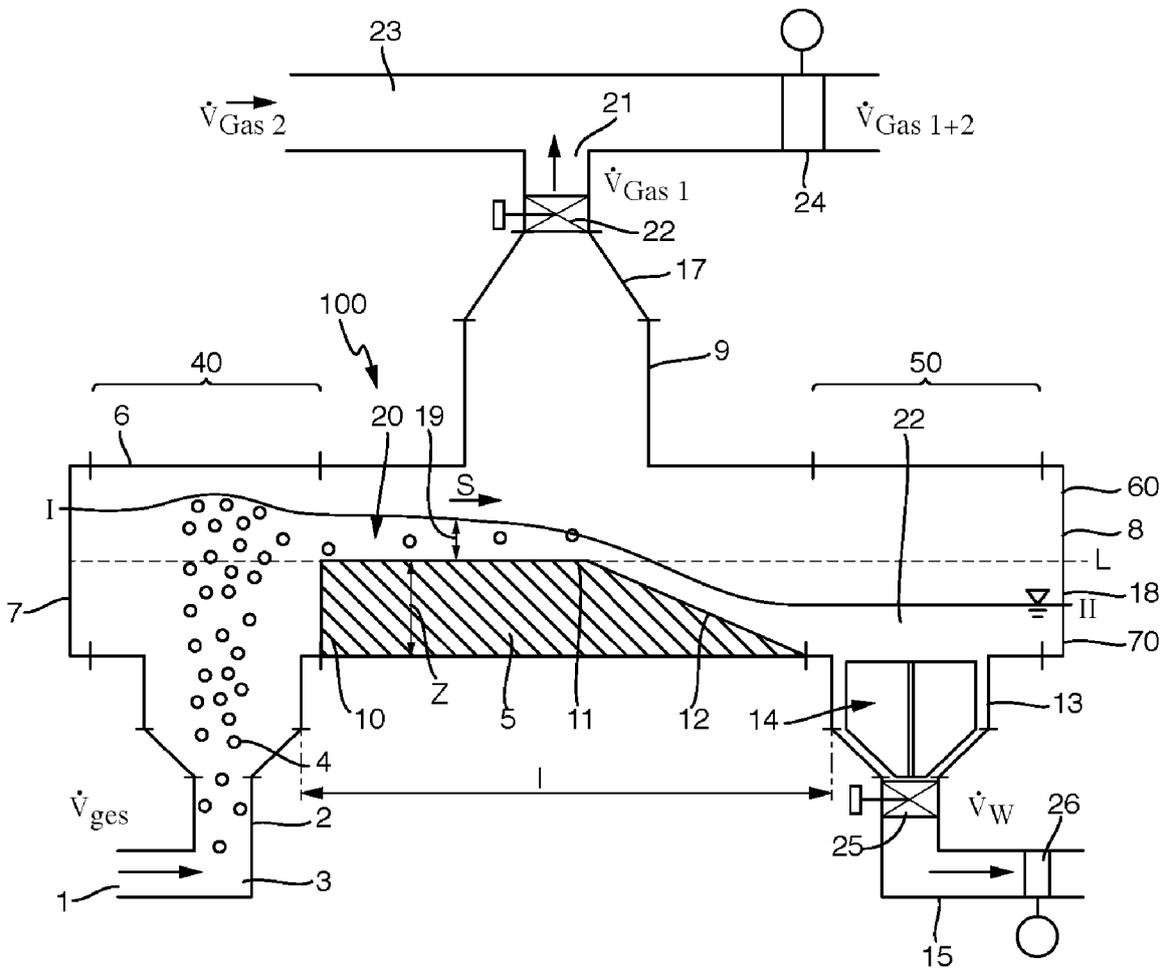
flowed by medium (3) with formation of a zone of shallow water so that the gas contained in the medium in the zone of shallow water can leave the medium and be removed from gas separator (100) through the gas outlet, as well as device for determining flow rate of at least one separate component of multiphase medium (3).

EFFECT: creation of a gas separator, which would ensure separation of gas containing bubbles in a particularly efficient way.

17 cl, 3 dwg

RU 2 706 820 C1

RU 2 706 820 C1



Фиг.2

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к газоотделителю в соответствии с ограничительной частью п. 1 формулы и к устройству для определения расхода одного или нескольких компонентов многофазной среды, а также к предпочтительному применению этого устройства и его применение.

Уровень техники

Измерение расхода двухфазных течений в трубопроводах. Расходомеры рассчитаны, как правило, на измерение однофазных текучих сред. Если измеряемая текучая среда двухфазная (капли в газе или пузырьки в жидкости), то это приводит к повышенной ненадежности измерения или делает измерение принципиально невозможным.

Сепараторы или газоотделители для разделения газожидкостных сред известны из уровня техники, в частности из US 6620221 B1, US 5507856 A, US 3960525 A. При этом для отделения газа от жидкости используются различные конструктивные решения, например перфорированные плиты и т.п.

Раскрытие изобретения

В основе изобретения лежит задача создания газоотделителя, который особенно эффективным образом обеспечивал бы разделение течения, содержащего газы и пузырьки. Кроме того, особая задача заключается в обеспечении измерения, по меньшей мере, одного отдельного компонента этой многофазной среды.

Эта задача решается посредством газоотделителя с признаками п. 1 формулы изобретения и его применения в устройстве с признаками п. 11 формулы изобретения.

Предложенный газоотделитель для разделения многофазной среды, включающей в себя, по меньшей мере, один газ, в частности в виде газовых пузырьков, и жидкость, содержит трубчатый корпус с продольной осью, а также вход для газообразной среды, выпуск для жидкости и выпуск для газа.

Трубчатый корпус имеет входную и выходную зоны.

Между входной и выходной зонами в газоотделителе расположена перегородка с направляющей поверхностью, через которую при надлежащем использовании перетекает среда с образованием зоны мелководья, причем перегородка, в частности направляющая поверхность, выполнена таким образом, что содержащийся в среде газ в зоне мелководья может выходить из среды и отводиться из газоотделителя через газовый выпуск.

Перегородка может быть образована, например, фасонным телом, расположенным внутри трубчатого корпуса.

В другом предпочтительном из нескольких различных вариантов перегородка может быть образована предварительно формованным листом и его расположением внутри трубчатого корпуса. Лист и корпус образуют в этом случае полость.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения являются объектом зависимых пунктов формулы.

Перегородка может иметь предпочтительно высоту, составляющую 60-120% по отношению к вертикальному расстоянию продольной оси до стенки трубчатого корпуса.

Один участок перегородки может быть выполнен в виде ramпы, которая проходит или понижается от направляющей поверхности в направлении выходной зоны. Эта ramпа может иметь преимущественно уклон 15-45°. Она предотвращает образование завихрений вследствие отрыва течения.

Продольная протяженность направляющей поверхности перегородки преимущественно больше среднего диаметра трубчатого корпуса.

Газоотделитель может содержать между газовым выпуском и трубчатым корпусом газоотводную трубу, имеющую воронкообразное сужение сечения. Большая приемная

зона газоотводной трубы служит для удаления жидкостных долей из газа.

Для этого газоотводная труба может иметь особенно предпочтительно участок со средним диаметром, по меньшей мере, 75% от среднего диаметра трубчатого корпуса, преимущественно со средним диаметром не более чем скачок условного прохода по сравнению со средним диаметром трубчатого корпуса.

В выходной зоне корпуса может быть расположена отводная труба для отвода жидкости, в частности свободной от пузырьков жидкости, причем в отводной зоне и/или в отводной трубе расположен вихрегаситель для предотвращения проникновения пузырьков в жидкость.

Воображаемая плоскость разреза вдоль продольной оси делит газоотделитель на верхнюю и нижнюю стороны. При этом вводная труба для подачи среды в трубчатый корпус и отводная труба для отвода жидкости, в частности свободной от пузырьков жидкости, из трубчатого корпуса расположены предпочтительно на нижней стороне трубчатого корпуса. Газоотводная труба расположена предпочтительно на верхней стороне трубчатого корпуса.

Чтобы удалить из среды уже первые газовые пузырьки, вводная труба может быть выполнена предпочтительно в виде подъемной трубы.

Согласно изобретению, устройство для определения расхода, по меньшей мере, одного отдельного компонента многофазной среды, включающей в себя, по меньшей мере, один газ, в частности в виде газовых пузырьков, и жидкость, содержит предложенный газоотделитель, причем, по меньшей мере, один расходомер для определения расхода газа и/или жидкости расположен аэрогидродинамически в направлении течения газа и/или течения жидкости за трубчатым корпусом.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения являются объектом зависимых пунктов формулы.

На или в отводной трубе для жидкости предпочтительно расположен расходомер или расположена труба с расходомером для определения расхода жидкости, причем расходомер представляет собой преимущественно магнитно-индукционный расходомер, расходомер Vortex, кориолисов расходомер или ультразвуковой расходомер.

На или в газоотводной трубе расположен расходомер или расположена труба с расходомером для определения расхода газа, причем расходомер представляет собой преимущественно термический расходомер, расходомер Vortex или ультразвуковой расходомер.

Особенно предпочтительно устройство содержит клапан для регулирования расхода газа на газовом выпуске газоотделителя. Клапан может использоваться для установления уровня наполнения в зоне мелководья над направляющей поверхностью перегородки ниже максимального предельного значения и, тем самым, предотвратить слишком сильное наполнение трубчатого корпуса.

Преимущественно дополнительно к названному клапану устройство содержит дополнительный клапан для регулирования расхода жидкости на выпуске для жидкости газоотделителя. Клапан может использоваться для установления уровня наполнения в сливной зоне трубчатого корпуса выше максимального предельного значения, предотвращая, тем самым, опорожнение сливной зоны.

Клапан для регулирования расхода газа на газовом выпуске газоотделителя и/или клапан для регулирования расхода жидкости на выпуске для жидкости газоотделителя являются управляемыми клапанами, причем в качестве управляющей величины служит соответственно предельное значение уровня наполнения в выпускной зоне или в зоне мелководья. Соблюдение уровня наполнения в пределах заданных предельных значений

можно контролировать с помощью техники измерений, например приборами для контроля и/или определения уровня.

Особенно предпочтительным применение названного устройства является определение скорости протекания многофазной газовой смеси, в частности в газовой скважине.

Краткое описание чертежей

Ниже изобретение более подробно поясняется на примере его осуществления со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых изображают:

- фиг. 1: схематичный вид предложенного газоотделителя;

- фиг. 2: схематичный вид устройства для измерения одного или нескольких компонентов многофазного течения с помощью предложенного газоотделителя из фиг. 1;

- фиг. 3: схематичный вид геометрической формы расположенной в газоотделителе перегородки.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 изображен предложенный газоотделитель 100. Он имеет вход 1 для многофазной среды 3. Эта многофазная среда 3 включает в себя жидкую фазу и газовую фазу, содержащуюся в многофазной среде 3 в виде газовых пузырьков 4. Эти газовые пузырьки 4 в определенных случаях могут лишь с трудом улетучиваться из многофазной среды, поскольку они часто подхватываются течением, а напор жидкости препятствует их улетучиванию.

Типичным примером является водогазовая среда, которая возникает при бурении при разведке газа или нефти. Эта вода является часто морской водой и имеет до 20 объемных долей газа. Содержание газа делает проблематичной, с одной стороны, удаление воды, а, с другой стороны, содержащийся газ может еще рентабельно повторно использоваться.

Независимо от экологических и экономически аспектов измерение расхода жидкой среды с содержащимися в ней газовыми пузырьками до сих, правда, принципиально возможно, однако с помощью очень дорогих расходомеров.

Измерение расхода отдельных компонентов, т.е. жидкости и газа, может осуществляться, согласно изобретению, с помощью предложенного газоотделителя 100.

Газоотделитель 100 содержит трубчатый корпус 6 с продольной осью L1. Эта продольная ось может быть ориентирована преимущественно перпендикулярно вертикальному направлению или наклонно к нему. За счет воображаемой плоскости, лежащей на продольной оси L1, трубчатый корпус может быть разделен на нижнюю 70 и верхнюю 60 стороны. Трубчатый корпус 6 на фиг. 1 закрыт на концевых зонах 7, 8. Во входной зоне 40 расположена входная труба 2, выполненная в варианте на фиг. 1 и 2 в виде подъемной трубы. Внутри входной трубы 2 в трубчатый корпус 6 подается многофазная среда 3. При этом сечение входной трубы 2 увеличивается от входа 1 до места пересечения с трубчатым корпусом 6, благодаря чему входная скорость предпочтительно уменьшается, и не происходит образования фонтана над подъемной трубой.

Наполнение трубчатого корпуса 6 происходит с его нижней стороны 70, т.е. от впуска 1, расположенного под трубчатым корпусом 6. За счет этого часть газовых пузырьков вследствие повышенного столба жидкости, который больше уровня наполнения трубчатого корпуса 6, может подниматься к поверхности благодаря повышенным подъемным силам.

В одном менее предпочтительном варианте, однако, возможно, чтобы подача многофазной среды 3 происходила не через подъемную трубу, а за счет расположения входной трубы 2 в концевой зоне 7 трубчатого корпуса 6, которая находится перед его входной зоной 40.

5 Далее газоотделитель имеет выходную зону 50 для свободной, в основном, от пузырьков жидкости 25 в качестве компонента многофазной среды 3.

В выходной зоне 50 находится отводная труба 15 для отвода жидкости 27 из трубчатого корпуса 6, заканчивающаяся выпуском 16 для жидкости. Эта отводная труба 15 расположена на нижней стороне 70 трубчатого корпуса 6. Она имеет в зоне
10 места пересечения с трубчатым корпусом форму воронки 13. В воронке 13 расположен вихрегаситель 14. Он может включать в себя, например, элемент из двух или более расположенных крест-накрест поверхностных образований. Это предотвращает вихреобразование. Кроме того, уменьшенное сечение выходной трубы в ее входной зоне обеспечивает полное наполнение выходной трубы.

15 Между входной 40 и выходной 50 зонами в трубчатом корпусе 6, преимущественно вдоль его нижней стороны 70, расположена перегородка 5, которая при надлежащем использовании обтекается средой 3. В отличие от перфорированной плиты, обтекаемая течением поверхность перегородки закрыта.

Перегородкой 5 предложенного газоотделителя является выступ, преимущественно
20 в виде установленного в корпусе поверхностного образования, например сваренного листа, или фасонное тело, например из пластика или металла. Выступ может вдаваться в трубу предпочтительно с нижней стороны 70 трубчатого корпуса 6. При этом перегородка 5 выполнена предпочтительно зеркально-симметричной, причем продольная ось L1 трубчатого корпуса 6 лежит на плоскости симметрии перегородки
25 5.

Минимальное расстояние краевых зон входной 2 и отводной 15 труб до трубчатого корпуса 6 образует тракт I.

Перегородка 5 проходит предпочтительно на этом тракте L на участке более 60%, преимущественно более 80%.

30 Высота Z перегородки 5 может составлять 30-60% по отношению к среднему диаметру трубчатого корпуса 6. Средним диаметром корпуса круглого сечения является «нормальный» диаметр. Могут использоваться также корпуса многоугольного сечения, например треугольного, четырехугольного, шестиугольного и т.д. В этом случае средним диаметром является среднее значение всех возникающих диаметров сечения
35 перпендикулярно продольной оси L, т.е. среднее значение всех расстояний между точками стенки трубы корпуса 6, проходящими через продольную ось L.

Высота z относится к максимальному расстоянию между стенкой и поверхностью перегородки 5 в плоскости разреза, в которой расположена продольная ось L1. Обычно – это продольный разрез трубчатого корпуса 6.

40 Однако корпус 6 необязательно должен быть выполнен в виде круглой трубы, а может быть, например, также трубой треугольного, прямоугольного, шестиугольного и т.п. сечения.

Перегородка 5 имеет направляющую поверхность 11, обтекаемую средой. Направляющая поверхность может быть изогнутой, если сечение трубчатого корпуса
45 выполнено в зоне перегородки 5, по меньшей мере, на отдельных участках кругообразным.

Направляющая поверхность в продольном разрезе трубчатого корпуса 6 проходит вдоль его продольной оси L1 параллельно ей.

По направляющей поверхности 11 среда течет, будучи распределена по ширине. Функция перегородки 5 с направляющей поверхностью 11 заключается в уменьшении расстояния газовых пузырьков 4 до поверхности жидкости, поскольку ее уровень 19 или высота перелива над направляющей поверхностью 11 очень малы. При обтекании

перегородки путь газовых пузырьков в жидкости минимизируется, в результате чего газ может быть вытеснен из среды в зоне над направляющей поверхностью 11 – в зоне 20 мелководья. Уровень наполнения над областью мелководья, включая высоту z перегородки, не должен быть преимущественно выше $\frac{3}{4}$ диаметра трубы.

Предпочтительно контроль этого максимального предельного значения уровня наполнения может осуществляться, например, предельным выключателем. Кроме того, перегородка 5 имеет понижающуюся в направлении выходной зоны 50 рампу 12, в которую переходит направляющая поверхность 11. Эта рампа имеет, начиная от направляющей поверхности и параллельно продольной оси L1 к выходной зоне 50, непрерывное уменьшение высоты к стенке корпуса 6.

Перегородка 5 может быть выполнена, например, в виде изогнутого листа, сваренного со стенкой трубы, или в виде фасонного тела, соединенного со стенкой трубы.

Наклон рампы 12 перегородки 5 может составлять 15-45°. Рампа предпочтительно препятствует переливу жидкости через перегородку. Это привело бы к вихреобразованию за счет отделяющегося течения и к нежелательному образованию газовых пузырьков.

Входная зона 40 имеет при надлежащей эксплуатации первый уровень I жидкости, а выходная зона 50 – второй уровень II жидкости. Зона 20 мелководья имеет уровень 19 жидкости в качестве третьего уровня.

Уровень II жидкости внутри трубчатого корпуса 6 должен составлять в выходной зоне 50 предпочтительно, по меньшей мере, 20% диаметра трубы. Это предотвращает эксплуатацию корпуса всухую и нежелательное вихреобразование.

Вдоль верхней стороны 60 трубчатого корпуса 6 газоотводная труба 9 для отделенного от среды 3 газа. Газоотводная труба 9 расположена преимущественно, по меньшей мере, на отдельном участке над перегородкой 5 на верхней стороне 8 трубчатого корпуса 6.

Газоотводная труба 9 имеет газовый выпуск 21 для газа из газоотделителя 100. Газоотводная труба 9 имеет воронкообразное сужение 17 сечения к газовому выпуску 21. Это предпочтительно, с тем чтобы с доли жидкости могли конденсироваться на наклонных поверхностях газоотводной трубы 9. Кроме того, так может быть образована большая зона улавливания газа, так что доли жидкости могут скапливаться в отделенном газе в этой зоне и падать обратно в жидкость. Поэтому предпочтительно, если газоотводная труба 9, по меньшей мере, в отдельном месте составляет средний диаметр, по меньшей мере, 75% среднего диаметра трубчатого корпуса 6, преимущественно не более скачка условного прохода, т.е. больше или меньше единственного условного прохода диаметра трубчатого корпуса 6.

Средний диаметр следует использовать, например, для прямоугольных, у которых могут возникнуть несколько диаметров. При этом средним диаметром является среднее значение всех возникающих в трубе диаметров.

В одном предпочтительном варианте газоотводная труба расположена перпендикулярно продольной оси L1 трубчатого корпуса 6.

В частности, трубчатый корпус 6 и перегородка 5 могут быть изготовлены из стойкой к морской воде стали. Газоотделитель может быть сварен с одним или несколькими трубопроводами или закреплен на них посредством фланцевого соединения.

Для контроля второго уровня II жидкости со стороны стекания в качестве опции может быть предусмотрено измерительное устройство 18 для контроля недостижения минимальной высоты наполнения. Это может осуществляться преимущественно механически или электромеханически, например посредством поплавка или предельного выключателя.

На фиг. 2 схематично изображено расположение газоотделителя 100 в устройстве для определения расхода, по меньшей мере, одного компонента многофазной среды 3.

При этом интерес представляет, в первую очередь, определение расхода, в частности скорости, объемного и/или массового расхода жидкой фазы. Это может осуществляться у предвключенного газоотделителя без проблем посредством расходомера 26, например магнитно-индукционного расходомера, расходомера Vortex, ультразвукового расходомера или кориолисова расходомера, который расположен аэрогидродинамически за выпуском для жидкости.

По отношению к конкретному примеру измерения водной фазы газовой среды здесь может определяться объемный расход V_w воды.

К газовому выпуску 21 может быть присоединена непосредственно измерительная труба расходомера 24 для определения расхода газа, в частности природного газа, например ультразвукового расходомера, термического расходомера или расходомера Vortex.

В буровой технике принято подавать помимо воды также одновременно природный газ. Поэтому газовый выпуск 21 газоотделителя заканчивается газонаправляющей, в частности направляющей природный газ, трубой 23, в которой природный газ уже течет со скоростью V_{Gas2} течения и к которой природный газ подается со скоростью V_{Gas1} течения. Аэродинамически за газовым выпуском 21 к газонаправляющей трубе 23 может быть присоединен расходомер 24, так что можно определить общий расход подаваемого газа. Здесь не представляет интерес определение расхода газовой доли в воде. Однако могут быть и другие применения, где расход газа может быть релевантным измеряемым параметром.

Устройство на фиг. 2 дополнительно к измерительному устройству с обоими расходомерами 24, 26 содержит еще два клапана 22, 25, расположенных на или в газоотводной трубе 9 и на или в отводной трубе 15. Эти клапаны могут быть расположены также вне газоотделителя 100.

За счет этого в определенных случаях может произойти так, что уровень I и/или уровень II жидкости могут произвольно подняться. Этому можно противодействовать, закрыв клапан 22. При этом возникают повышение давления газа на среду 3 и, тем самым, принудительным образом понижение уровня I и/или уровня II жидкости. Управление клапаном может осуществляться за счет описанного выше контроля максимального уровня наполнения в зоне 20 мелководья.

Далее уровень II жидкости 27, находящейся гидродинамически за перегородкой 5, не должен опускаться ниже минимального значения. В противном случае выходная зона 50 эксплуатировалась бы всухую, и газ попал бы в отводную трубу 15. Контроль соблюдения этого может происходить здесь механически или электромеханически, например посредством предельного выключателя или поплавка.

Для управления клапанами 22, 25 могут использоваться также измерение перепада давлений или другие варианты измерения уровня наполнения.

Особенно предпочтительное применение газоотделителя 100 и применение устройства

закljučаются в подаче природного газа, а именно при его отделении от подаваемой воды. При этом вода, которая на глубине (под высоким давлением) ее содержит растворенный в ней природный газ, подается из скважины насосом. В результате подачи на поверхность давление падает, а высвобождающийся газ скапливается в течении в виде пузырьков. При измерении расхода пузырьки вызывают повышенные неточности измерения. Кроме того, когда вода в ходе процесса вступает в контакт с атмосферой, газ улетучивался бы в нее, что экологически и экономически нежелательно. Поэтому именно при этом применении важно надежно отделить газ от воды, так что возможно достаточно точное измерение, и никакой газ не улетучивается в атмосферу, а, при необходимости, направляется в трубопровод для дальнейшей транспортировки.

Аналитическая оценка размера пузырьков природного газа показывает, что должны отделяться очень маленькие пузырьки (диаметр <1 мм). Однако скорость подъема пузырьков зависит от их размера: большие пузырьки поднимаются быстрее маленьких. Из этого следует тот факт, что маленьким пузырькам требуется более длительное время нахождения для отделения, чем большим. Поскольку смесь текучих сред в известных газоотделителях или сепараторах беспокойная, а течет через них, это означает, что при данной скорости течения сепаратор из уровня техники должен быть по конструкции тем длиннее, чем меньше отделяемые пузырьки. Однако сепаратор бóльших габаритов нежелателен, поскольку его стоимость возрастает с его величиной. Уменьшения конструктивной длины можно было бы достичь, в принципе, за счет уменьшения скорости течения, вызванного расширением протекаемой площади сечения. Однако это было бы нецелесообразно, поскольку тогда возрастает также конструктивный размер.

Ниже для улучшения понимания следует еще раз пояснить отдельные преимущества конструктивного выполнения газоотделителя 100 и устройства для определения расхода, по меньшей мере, одного отдельного компонента многофазной среды.

За счет создания зоны 20 мелководья путем использования обтекаемой средой, в частности обтекаемой жидкостью перегородки 4 в газоотделителе 100 сокращается время подъема пузырьков в результате уменьшения глубины воды. В корпус сепаратора перегородка 5 помещается в виде вставки, через которую не протекает среда, причем вставка создает область 20 мелководья. В известных сепараторах для этого используются перфорированные плиты, что не приводит к созданию области мелководья.

Путь, который пузырек должен пройти от основания течения до поверхности, таким образом сокращается. При данной скорости подъема пузырьков уменьшается, тем самым, требуемое время нахождения.

В одном предпочтительном варианте перегородка 5 отличается со стороны натекания тем, что имеет вертикальную или очень крутую переднюю поверхность 10. Однако в одном менее предпочтительном варианте она может возрастать к направляющей поверхности 11.

Передняя поверхность 10 обеспечивает ускорение течения против силы тяжести. Благодаря силам инерции даже в зоне 20 мелководья имеет место начальная скорость в противоположном силе тяжести направлении. В конце области мелководья умеренный уклон ramпы 12 заботится о беспрепятственном стекании воды и предотвращении повторного перемешивания газа и воды.

Отделенный газ отводится в противоположном силе тяжести направлении.

За счет воронкообразного сужения 17 сечения газоотводной трубы 9 достигается то, что газ сначала течет так медленно, что обтекание, возможно, имеющихся в газе капель происходит ламинарно. Следовательно, капли подвержены, в основном, силе

тяжести и испытывают лишь очень небольшие силы за счет стекающего газа. Капли падают обратно в сепаратор, и течение газа остается свободным от воды.

Практика показала, что высота наполнения в газоотделителе 100 могут зависеть от краевых условий давление и расход на входе и выходе. Уменьшенное стекание может привести к тому, что сепаратор будет заливаться и, тем самым, вода нежелательным образом будет проникать в газовод. С другой стороны, повышенное стекание может полностью опорожнить сепаратор, так что газ проникнет в водовод. Оказалось целесообразным оборудовать сепаратор измерением уровня наполнения. Измерение уровня наполнения может быть реализовано одним или двумя выключателями предельного значения или непрерывным измерением высоты наполнения (например, перепад давлений). Из высоты наполнения выводятся сигналы, которые управляют соответственно клапаном 22, 26, размещенным на выпуске для газа и воды или жидкости.

Если высота наполнения в газоотделителе – фактически или предсказуемо – возрастает выше предельного значения, то клапан 22 на газовом выпуске закрывается и снова открывается, если предельное значение – фактически или предсказуемо – не достигается. Точно так же клапан 26 на выпуске для воды закрывается, если не достигается – фактически или предсказуемо – второе предельное значение. Этот клапан снова открывается, если второе предельное значение – фактически или предсказуемо – превышает.

Измерение уровня наполнения может быть реализовано электронным прибором для измерения перепада давлений. Она измеряет абсолютное давление в двух положениях и определяет перепад давлений в цифровом виде. Абсолютное давление может использоваться тогда, например, для того, чтобы вычислить плотность газа для измерения массового потока.

Геометрическая форма и принцип действия перегородки 5 на фиг. 1, 2 следует более подробно пояснить с помощью фиг. 3 и смеси метана и воды в качестве многофазной среды 3. Газовый пузырек диаметром 10 мкм должен быть надежно отделен. (Крупные пузырьки поднимаются быстрее, поэтому в качестве предельного случая рассматривается наименьший пузырек).

Пузырек метана имеет в воде скорость u_g подъема, например, 0,017 м/с. За время t он должен преодолеть высоту h_2 , чтобы выйти из воды. За то же время t вода течет со скоростью u_w через перегородку 5 с направляющей поверхностью длиной L .

$$u_g = \frac{h_2}{t}$$

$$u_w = \frac{L}{t}$$

$$u_w = u_g \cdot \frac{h_2}{L}$$

Объемный поток \dot{V} соответствует скорости u_w течения, умноженной на высоту h_2 , умноженную на ширину D перегородки (ширина перегородки соответствует диаметру трубы).

$$\dot{V} = u_w \cdot h_2 \cdot D$$

$$\dot{V} = u_g \cdot L \cdot D$$

Таким образом, длина L направляющей поверхности 11 перегородки 5 в направлении течения составляет:

$$L = \frac{v}{u_g \cdot D}$$

Высоты h2 и h1 известны из гидравлики:

$$h1 = \left(\frac{3 \cdot v}{2 \cdot \mu \cdot D \cdot \sqrt{g \cdot 2}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$h2 = \frac{2}{3} \cdot h1$$

При этом g обозначает ускорение свободного падения (9,81 м/с²), а μ – также известный из гидравлики параметр перетекания, который для перегородки рассматриваемого здесь конструктивного вида принимает значение 0,5. Высота z перегородки должна соответствовать приблизительно половине диаметра трубы. Идеально:

$$z + h2 = \frac{D}{2}$$

При этом идеально также:
 $z > h2$

(57) Формула изобретения

1. Газоотделитель (100) для разделения многофазной среды (3), включающей по меньшей мере один газ, в частности в виде газовых пузырьков (4), и жидкость (27), содержащий трубчатый корпус (6) с продольной осью (L1), а также вход (1) для газообразной среды, выпуск (16) для жидкости и выпуск (21) для газа, причем трубчатый корпус (6) имеет входную зону (40) и выходную зону (50), отличающийся тем, что газоотделитель (100) содержит между входной зоной (40) и выходной зоной (50) перегородку (5) с направляющей поверхностью (11), выполненной с возможностью обтекания средой (3) с образованием зоны мелководья таким образом, что содержащийся в среде газ в зоне мелководья может выходить из среды и отводиться из газоотделителя (100) через газовый выпуск.

2. Газоотделитель (100) по п. 1, отличающийся тем, что на протяжении направляющей поверхности (11) перегородка (5) имеет высоту (z), которая составляет 60-120% по отношению к вертикальному расстоянию продольной оси (L1) до стенки трубчатого корпуса (6).

3. Газоотделитель (100) по п. 1 или 2, отличающийся тем, что перегородка (5) имеет рампу (12), которая проходит от направляющей поверхности (11) в направлении выходной зоны (5).

4. Газоотделитель (100) по п. 3, отличающийся тем, что рампа (12) имеет уклон 15-45°.

5. Газоотделитель (100) по любому из пп. 1-4, отличающийся тем, что содержит между газовым выпуском (21) и трубчатым корпусом (6) газоотводную трубу (9), имеющую воронкообразное сужение (17) сечения.

6. Газоотделитель (100) по любому из пп. 1-5, отличающийся тем, что продольная протяженность направляющей поверхности (11) перегородки (5) больше среднего

диаметра трубчатого корпуса (6).

5 7. Газоотделитель (100) по любому из пп. 1-6, отличающийся тем, что газоотводная труба (9) имеет участок со средним диаметром, по меньшей мере 75% от среднего диаметра трубчатого корпуса (6), преимущественно со средним диаметром не более чем скачок условного прохода по сравнению со средним диаметром трубчатого корпуса (6).

10 8. Газоотделитель (100) по любому из пп. 1-7, отличающийся тем, что в выходной зоне (50) корпуса (6) расположена отводная труба (15) для отвода жидкости (27), в частности свободной от пузырьков жидкости, причем в зоне (50) отвода и/или в отводной трубе (15) расположен вихрегаситель (14).

15 9. Газоотделитель (100) по любому из пп. 1-8, отличающийся тем, что плоскость разреза вдоль продольной оси (L1) делит газоотделитель (100) на верхнюю сторону (60) и нижнюю сторону (70), причем вводная труба (2) для подачи среды (3) в трубчатый корпус (6) и отводная труба (15) для отвода жидкости (27), в частности свободной от пузырьков жидкости, из трубчатого корпуса (6) расположены на нижней стороне (70) трубчатого корпуса (6), причем газоотводная труба (9) расположена на верхней стороне (60) трубчатого корпуса (6).

10. Газоотделитель (100) по п. 9, отличающийся тем, что вводная труба (2) выполнена в виде подъемной трубы.

20 11. Устройство для определения расхода по меньшей мере одного отдельного компонента многофазной среды (3), включающей по меньшей мере один газ, в частности в виде газовых пузырьков (4), и жидкость (27), содержащее газоотделитель (100) по п. 1, причем по меньшей мере один расходомер (24 или 26) для определения расхода газа (4) и/или жидкости (27) расположен аэрогидродинамически в направлении течения газа и/или течения жидкости за трубчатым корпусом (6).

25 12. Устройство по п. 11, отличающееся тем, что на или в отводной трубе (15) для жидкости расположен расходомер (26) или расположена труба с расходомером для определения расхода жидкости, причем расходомер представляет собой преимущественно магнитно-индукционный расходомер, расходомер Vortex, кориолисов расходомер или ультразвуковой расходомер.

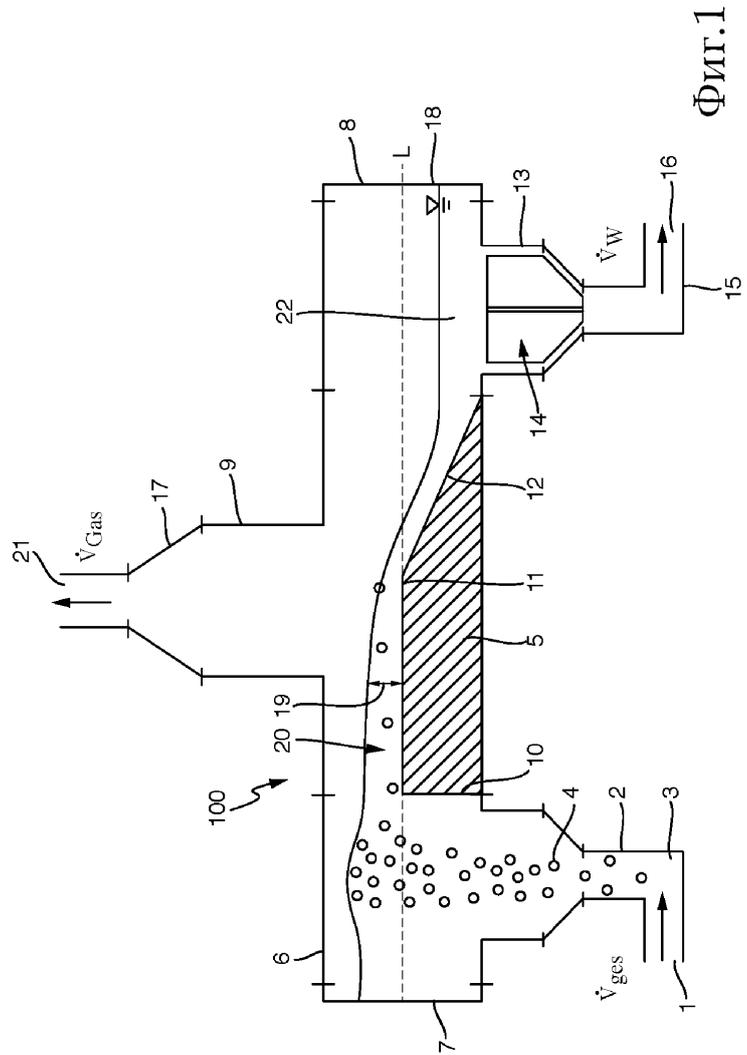
30 13. Устройство по п. 11 или 12, отличающееся тем, что на или в газоотводной трубе (9) расположен расходомер или расположена труба (23) с расходомером (24) для определения расхода газа, причем расходомер выполнен в виде термического расходомера, расходомера Vortex или ультразвукового расходомера.

35 14. Устройство по любому из пп. 11-13, отличающееся тем, что содержит клапан (22) для регулирования расхода газа на газовом выпуске (21) газоотделителя (100).

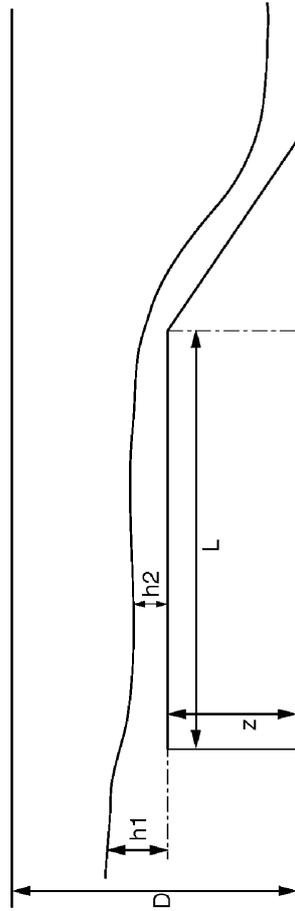
15. Устройство по любому из пп. 11-14, отличающееся тем, что содержит клапан (25) для регулирования расхода жидкости на выпуске (16) для жидкости газоотделителя (100).

40 16. Устройство по любому из пп. 11-15, отличающееся тем, что клапан (22) для регулирования расхода газа на газовом выпуске (21) газоотделителя (100) и/или клапан (25) для регулирования расхода жидкости на выпуске (16) для жидкости газоотделителя (100) являются клапанами, выполненными с возможностью управления, причем в качестве управляемого параметра служит соответственно предельное значение уровня (II, 19) наполнения в выпускной зоне (50) или в зоне (20) мелководья.

45 17. Применение устройства для определения расхода по п. 11 для определения скорости протекания многофазной среды из природного газа и воды, в частности в газовой скважине.



Фиг.1



Фиг.3