

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036100**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.09.28

(21) Номер заявки
201790708

(22) Дата подачи заявки
2015.09.22

(51) Int. Cl. **G01F 1/34** (2006.01)
G01F 15/16 (2006.01)
G01L 19/06 (2006.01)
G01F 1/40 (2006.01)
G01F 1/44 (2006.01)

(54) СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ И/ИЛИ МНОГОФАЗНЫХ СМЕСЕЙ

(31) **RM2014A000536**

(32) **2014.09.22**

(33) **IT**

(43) **2017.08.31**

(86) **PCT/IB2015/057304**

(87) **WO 2016/046751 2016.03.31**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**АЛИМОНТИ КЛАУДИО;
БОККЕТТИ ДОНАТО; ВАЛЛЕТТИ
ЭНИО (IT)**

(74) Представитель:
**Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.
(RU)**

(56) **US-A-5861546
US-A-4651572
US-A1-2008245158
US-A1-2003127850
GB-A-1579877**

(57) Изобретение относится, главным образом, к системе измерения расхода буровых растворов и многофазных смесей (воды/нефти/газа), в том числе с переносом твердых частиц или песка и при наличии тяжелой нефти. Изобретение относится к системе измерения расхода буровых растворов и/или многофазных смесей, в которой измерительные патрубки оснащены подходящей предварительной камерой, исключающей вероятность отказа измерительных мембран в случае особо агрессивных смесей и в случае наличия скапливающихся и переносимых твердых частиц. Кроме того, особая вертикальная установка обеспечивает компактность системы с точки зрения горизонтальных препятствий, позволяет осуществлять установку в местах с небольшим пространством по горизонтали и обеспечивает невозмущенный поток, необходимый для получения высокой точности измерения. Упомянутая выше вертикальная установка обеспечивает возможность размещения на нисходящем вытянутом участке трубопровода датчика для измерения плотности, благодаря чему измерительную систему можно считать автономной (как правило, плотность вводят в качестве внешнего входного параметра).

B1**036100****036100****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится, главным образом, к системе измерения расхода буровых растворов и многофазных смесей (воды/нефти/газа), в том числе с переносом твердых частиц или песка и при наличии тяжелой нефти.

Уровень техники

Настоящее изобретение относится к инновационным разработкам в отношении трубки Вентури, которую часто используют для измерения расхода текучих сред. Косвенное измерение расхода жидкостей и газов получают путем непосредственного измерения падения давления выше по потоку и ниже по потоку от сужающегося участка трубы и измерения абсолютного давления и температуры протекающей смеси, значения которых впоследствии позволяют с помощью подходящих гидродинамических моделей определить расход. Точность измерения зависит от погрешности измерения упомянутых выше величин, надежности упомянутых выше измерений в каждом состоянии потока и от комбинации подходящих и пригодных гидродинамических моделей и соответствующего объединения системы со станцией.

Из документа US 5861546 известно устройство, которое работает и может эксплуатироваться только с газом. Оно не предусматривает наличие ни предварительной камеры, ни потока промывочной жидкости, при этом мембраны не являются съемными. Специалист в "нефтегазовом" секторе не станет рассматривать документ US 5861546 применительно к ситуациям с использованием бурового раствора.

В документе US 4651572 раскрыто устройство для измерения расхода, основанное на трубке Вентури. Указанное устройство не件годно для использования с буровым раствором и имеет пористое покрытие, применимое только для газов. В этом документе не раскрыто наличие внутри предварительной камеры какой-либо измерительной мембраны, при этом промывка жидкостями также не предусмотрена.

Кроме того, из документа US 2008/245158 известно устройство, образованное типовым датчиком дифференциального давления (процесс компании "Emerson"/измерение компании "Rosemount"), с особой запатентованной конструкцией, образованной двумя копланарными измерительными диафрагмами, выполненными за одно целое, то есть изготовленными в виде цельного элемента. Наличие цельной измерительной диафрагмы известно специалистам уже многие десятилетия. В отличие от настоящего изобретения в этом известном устройстве измерительная камера (которая в настоящем изобретении представляет собой особую измерительную камеру с функциями промывки или очистки) не предусмотрена. Измерительные камеры, раскрытые в документе US 2008/245158, представляют собой самые обычные камеры, имеющиеся в любой измерительной ячейке для измерения дифференциального давления. В отличие от технического решения, описанного в документе US 2008/245158, мембраны согласно настоящему изобретению предусмотрены в удаленных многопараметрических зондах, при этом их можно легко заменить без необходимости снятия измерительного устройства. Конструкционное техническое решение, раскрытое в документе US 2008/245158, не件годно для применения в ситуациях с использованием бурового раствора.

Кроме того, в документе US 2003/127850 раскрыто устройство, которое характеризуется тем, что оно содержит изолирующие мембраны, полностью изготовленные с помощью обрабатывающих инструментов. Такое конструкционное техническое решение не позволяет извлекать измерительную мембрану, в отличие, например, от настоящего изобретения, более того, оно не позволяет промывать/чистить измерительную камеру во время эксплуатации устройства. Более того, в документе US 2003/127850 не раскрывается и не предполагается возможность использования описанного устройства для измерения расхода буровых растворов. Также конструкционное техническое решение, известное из документа US 2003/127850, не件годно для применения в ситуациях с использованием бурового раствора.

И наконец, в документе GB 1579877 раскрыто устройство, функционирующее с перерывами/дискретно, то есть не непрерывно. Устройство требует промывки с помощью жидкости, выполняющей функцию уплотняющей текучей среды между технологической текучей средой и измерительным датчиком. Рассчитанный по времени процесс продувки поддерживает чистоту трубопровода и выводит нежелательные вещества, содержащиеся в протекающей среде. В отличие от технического решения, известного из документа GB 1579877, измерительные диафрагмы согласно настоящему изобретению осуществляют непрерывное (не дискретное) измерение и находятся в непосредственном контакте с технологической текучей средой; они не требуют наличия специально калиброванной выпускной трубы. Кроме того, устройство согласно настоящему изобретению абсолютно не требует выполнения частых операций по продувке/промывке, которые недопустимы при работе с буровым раствором, при этом устройство в соответствии с документом GB 1579877 привело бы к загрязнению технологической текучей среды при частой промывке с помощью других жидкостей. Таким образом, техническое решение, раскрытое в документе GB 1579877, не件применимо в ситуациях с использованием бурового раствора.

Технические задачи.

Буровой раствор представляет собой текучую среду, которая способствует бурению скважин в грунте. Он может иметь водную основу, нефтяную основу или основу в виде газообразной текучей среды. Его закачивают при высоком давлении (порядка 5-10 кфунт/кв.дюйм или выше) в нефтяные скважины или газовые скважины во время бурения. Отработанный буровой раствор содержит твердые частицы, имеющие разные размеры и характеристики, а также может содержать газы. Такая текучая среда имеет

особое назначение, поскольку с самого начала ее можно рассматривать в качестве многофазной текучей среды, содержащей жидкости, твердые частицы и газ и способной вызывать эрозию и коррозию. Для получения точных измерений необходимо провести длительное экспериментальное исследование для того, чтобы утвердить подходящие вычислительные алгоритмы, использующие надежные сенсорные и измерительные устройства. В настоящее время даже специально спроектированные изделия не охватывают все разнообразие буровых растворов. В частности, магнитные расходомеры не используют для измерения буровых растворов с нефтяной основой или буровых растворов, содержащих газ, причем на сегодняшний день они не способны выдерживать высокие давления. Расходомеры Кориолиса используют только при низких выходных давлениях, причем они не являются абсолютно надежными.

Настоящее изобретение позволяет решить проблемы и устранить ограничения применимости трубки Вентури в буровом секторе, в котором конкретные характеристики, обусловленные наличием бурового раствора, для адаптации к различным типам породы могут привести к возникновению проблем и ограничению надежности в измерительных мембранах. Тенденция бурового раствора к образованию оболочки может, в конечном итоге, привести к искажению результатов измерения и изменению значений, полученных самими датчиками. Кроме того, важнейшим требованием настоящего изобретения является простое и быстрое выполнение технического обслуживания и высокая степень надежности каждого компонента, а также постоянство и повторяемость измерений. Дополнительно, настоящее изобретение позволяет решить сходные проблемы также и в многофазных смесях (воды, нефти и газа), в которых наличие тяжелой нефти или перенос твердых частиц или песка и отложение парафинов создает проблемы, аналогичные тем, что возникают при использовании бурового раствора.

Настоящее изобретение обеспечивает повышение надежности и точности измерения расхода, а также улучшает другие упомянутые показатели, тем самым обеспечивая компактную конструкцию всей системы с простым и легким доступом к компонентам для выполнения операций продувки и промывки измерительной камеры и промыслового трубопровода, а также замены сенсорной системы.

Объектом настоящего изобретения является, главным образом, расходомер типа трубки Вентури, пригодный для измерения буровых растворов на нефтяной или водной основе или многофазных жидкостей, даже содержащих газ. Расходомер оснащен предварительными камерами, выполненными в виде цельного элемента и сообщающимися с основным потоком текучей среды через канал, причем в предварительных камерах установлены измерительные диафрагмы для предотвращения разрушения в результате коррозии.

Преимущества настоящего изобретения

Измерительная система Вентури в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает целый ряд преимуществ.

Особая компоновка датчиков обеспечивает получение очень компактного модуля, даже несмотря на то, что в нем предусмотрены десять датчиков, которые позволяют выполнять измерение показателей, связанных с процессом. Кроме того, особый метод, которым осуществляют соединения с процессом, обеспечивает удобное техническое обслуживание системы и ускоряет любую возможную замену датчиков. Особая компоновка патрубков для соединения с процессом позволяет разместить два датчика дифференциального давления с различными калибровками для того, чтобы обеспечить возможность расширения диапазона измерения расхода с сохранением при этом оптимальной точности измерения. Измерительные патрубки оснащены подходящей предварительной камерой, которая позволяет снизить вероятность отказа измерительных мембран в случае особо агрессивных смесей и в случае наличия скапливающихся или переносимых твердых частиц.

Упомянутые выше предварительные камеры спроектированы так, что они имеют подходящие размеры для конкретного типа текучей среды или для расходов или точности, требуемой при измерении расхода, причем их днище является скругленным/скошенным. Кроме того, для предотвращения отложения твердых частиц или образования оболочки из бурового раствора или отложения парафинов, в случае наличия нефти, предварительную камеру оснащают системой очистки, имеющей тангенциальную распылительную форсунку, которая вручную или с помощью системы с установленным временем срабатывания осуществляет промывку путем введения подходящих жидких или газообразных смесей.

В случае измерений, выполняемых в многофазных смесях воды, нефти и газа, указанная система также обеспечивает продувку скапливающихся продуктов для поддержания чистоты в предварительной камере и получения точных измерений.

Компактность системы обеспечена за счет разработки специально предназначенной для этого сенсорной системы, полученной путем встраивания датчиков давления и температуры в сепараторы дифференциальной ячейки. Это уменьшает количество соединений с процессом, обеспечивая, тем самым, очень компактный вариант реализации.

Например, возможная вертикальная установка в горизонтальном вытянутом участке трубопровода может быть осуществлена с использованием вытянутого участка трубопровода, имеющего форму перевернутой буквы "U", что преимущественно обеспечивает возможность установки системы в каналах, в которых по горизонтали имеется лишь небольшое пространство.

Настоящее изобретение более понятно из нижеследующего описания со ссылками на прилагаемые

чертежи, на которых проиллюстрирован предпочтительный вариант осуществления и примеры установки.

На чертежах изображено следующее:

- на фиг. 1, 1А и 1В изобретение показано соответственно на виде сбоку, в осевом поперечном сечении и в осевом поперечном сечении с установленным датчиком;
- на фиг. 2 изобретение проиллюстрировано на виде сверху;
- на фиг. 3 представлен вид сверху с частичным разрезом;
- на фиг. 4 по аналогии с фиг. 3 показан установленный датчик;
- на фиг. 5 на виде сбоку показаны два датчика, соединенные с дифференциальной ячейкой;
- на фиг. 6 в увеличенном масштабе показана измерительная мембрана (или диафрагма) с датчиком температуры, датчиком давления и капиллярной трубкой для дифференциальной ячейки;
- на фиг. 7 представлен вид сверху, соответствующий виду с фиг. 5;
- на фиг. 8 показано предлагаемое в изобретении устройство, расположенное вдоль трубопровода, со всеми установленными датчиками;
- на фиг. 9 показана особая конфигурация предлагаемого в изобретении устройства с вертикальной установкой в горизонтальном трубопроводе; и
- на фиг. 10 по аналогии с предыдущим чертежом показано предлагаемое в изобретении устройство, последовательно соединенное с динамическим измерителем плотности.

Осуществление изобретения

На прилагаемых чертежах настоящее изобретение показано в поперечном сечении, а также проиллюстрированы структура сенсорной системы и вариант особой вертикальной установки с измерением плотности текучей среды. Дополнительно, отчетливо показаны компенсационные предварительные камеры и промывочные форсунки.

Как показано на чертежах, настоящее изобретение образовано, в основном, корпусом 1, содержащим продольный вытянутый участок трубопровода 7, оснащенный входными концевыми креплениями 21 и выходными концевыми креплениями 2U фланцевого (или привариваемого, или зажимного) типа, для закрепления на трубопроводе, в котором протекает текучая среда, расход которой необходимо измерить.

В части корпуса 1 за входным концевым фланцем 21 расположены две пары противоположных креплений 3 и 4, отделенных друг от друга под углом 90°, для установки измерительных зондов, причем указанные крепления установлены радиально относительно продольной оси трубчатого корпуса 1, то есть перпендикулярно направлению потока измеряемой текучей среды.

Согласно конкретному варианту осуществления настоящего изобретения внутри каждого из указанных креплений 3 и 4, которые предпочтительно относятся к типу быстроразъемных соединений с накидной крыльчатой гайкой или какому-либо другому типу, требуемому для конкретной установки, расположена измерительная камера 5 (также именуемая как "предварительная камера") со ступенчатым/скошенным днищем 6, которая, в свою очередь, соединена с продольным центральным каналом 7 с одним или несколькими напорными отверстиями 8 (фиг. 3).

Еще одна особенность настоящего изобретения состоит в том, что рядом с днищем каждой из измерительных камер 5 предусмотрено тангенциальное отверстие 9 для промывки/продувки самой камеры.

На фиг. 4 устройство согласно настоящему изобретению показано с установленным измерительным зондом, причем датчики имеют измерительную мембрану 10, вставленную в измерительную камеру 5, зафиксированную на месте с помощью круглой гайки 11 типа быстроразъемного соединения с накидной крыльчатой гайкой и оснащенную капиллярной трубкой 12 для соединения с дифференциальной ячейкой 13, которая, в свою очередь, соединена с измерительным зондом с мембранными датчиками 10, вставленными в смежное крепление, перпендикулярное предыдущему креплению (фиг. 8).

Каждый измерительный зонд оснащен усилителями 14 и соединителем с заглушкой 15. Кроме того, конец зонда, оснащенного измерительной мембраной 10, также имеет капиллярную трубку 16 для дифференциальной ячейки 13 с датчиком 17 температуры и датчиком 18 давления (фиг. 5-7).

В частности, как показано на фиг. 6, каждая мембрана выполняет измерение давления, температуры и дифференциального давления. При этом две мембраны вместе обеспечивают выполнение пяти измерений (дифференциальное давление измеряется двумя мембранами). Для решения с двойным диапазоном, проиллюстрированного на чертежах, предусмотрено четыре мембраны 10 для выполнения десяти измерений.

Дополнительно, следует отметить, что возможность использования быстроразъемных соединений с накидными крыльчатыми гайками позволяет упростить операции по техническому обслуживанию системы, при этом удастся ускорить любой возможный процесс замены датчиков, которые, в основном, обрываются только двумя измерительными мембранами 10 для выполнения пяти измерений.

Среди особенностей настоящего изобретения можно выделить следующие:

- компактность системы,
- наличие вкладыша, изготовленного из особого материала, для повышения сопротивления эрозии,
- компенсационные камеры, соединенные с процессом через одно или несколько отверстий,

многопараметрические мембранные датчики, предусмотренные в одной и той же мембране, измеряют давление P , температуру T и дифференциальное давление DP , дублирование измерений и соответственно надежность, расширенный диапазон измерения с двойным дифференциальным давлением в компактной системе,

система тангенциальной промывки,

система продувки,

автономная система промывки с установленным временем срабатывания в зависимости от давлений и типа бурового раствора, а также тенденции последнего к образованию оболочки в течение предварительно заданного периода времени,

наличие двух измерительных устройств, которые работают одновременно, обеспечивая непрерывность измерения, в том числе в случае частичного повреждения сенсорной системы,

временной интервал для промывки предварительной камеры, которую можно осуществить с помощью таймера или другого аналогичного устройства, и

в отношении двух предыдущих пунктов интеллектуальное программное обеспечение, которое может быть предпочтительно предусмотрено для вмешательства в случае отказа дифференциальной ячейки и для вычисления времени для промывки предварительной камеры.

На фиг. 9 проиллюстрирован еще один интересный аспект настоящего изобретения, согласно которому, хотя установку можно осуществить горизонтально, вертикально или наклонно, в случае если производственная линия имеет небольшое горизонтальное пространство для установки расходомера Вентури, вертикальная установка обеспечивается с помощью специально спроектированного U-образного вытянутого участка трубопровода 20, оснащенного фланцем 19 для соединения с концами вытянутого участка горизонтального трубопровода, в котором необходимо измерить расход. В этом случае описанную систему измерения расхода устанавливают в одной из двух ветвей U-образного вытянутого участка трубопровода 20, которые установлены вертикально.

Предпочтительно благодаря такой компоновке, даже если вытянутый участок имеющегося на станции горизонтального трубопровода имеет длину, недостаточную для обеспечения установки расходомера Вентури, данный недостаток можно устранить за счет обеспечения в фактически доступном горизонтальном пространстве вертикального вытянутого участка трубопровода, имеющего длину, достаточную для установки системы 1 измерения расхода согласно настоящему изобретению.

Дополнительное преимущество достигается за счет того, что в упомянутом выше случае при установке специально спроектированного U-образного вытянутого участка трубопровода 20 вертикальная ветвь U-образного вытянутого участка трубопровода, не задействованная при установке системы 1 измерения расхода, может быть предпочтительно использована для осуществления измерения плотности, установки на нее измерителя 21 плотности, который, как известно, использует дифференциальную ячейку для измерения дифференциального давления и который невозможно установить на горизонтальных линиях.

Другое преимущество изобретения состоит в том, что в случае использования упомянутого выше U-образного вытянутого участка трубопровода можно выполнить измерения расходов текучих сред и, при возможности, плотности текучих сред, снижая вероятность возникновения проблем, связанных с установкой в вытянутых участках трубопровода, в которых имеются отчетливо выраженные отличия в поперечном сечении, или других проблем, которые могут снизить точность самого измерения. В этой связи следует отметить, что в трубопроводе станции наличие схождения, расхождения или изгибов приводит к образованию потока, не устойчивого и имеющего турбулентность, которая приводит к серьезным ошибкам измерения. Зачастую указанные линии модифицируют, не принимая во внимание проблемы, связанные с потоком текучей среды. Установка устройства согласно изобретению с помощью упомянутого выше U-образного вытянутого участка трубопровода позволяет избежать возникновения таких проблем.

И наконец, следует отметить, что особая конструкция Вентури для внутреннего пути движения текучей среды и наружная обработка, размещение под углом 90° измерительных камер с особым расположением каналов для сообщения с основным потоком текучей среды, а также особое использование напорных быстроразъемных соединений с накидными крыльчатыми гайками, представляют собой признаки, которые - объединенные в настоящем изобретении - обеспечивают получение компактного модуля (например, длиной всего лишь 650 мм для сверхпрочной (XXS) трубы диаметром 5 дюймов и давлений до 10000 фунт/кв.дюйм - 10 кфунт/кв.дюйм CWP (давление при температуре холодной обработки) и до 10 выявленных переменных), устанавливаемого на буровой платформе, где пространство всегда крайне ограничено и где стандартные и трудоемкие установки могут быть не приемлемыми с технической точки зрения. Кроме того, это может привести к довольно высоким производственным затратам.

Номера позиций.

1 - трубка Вентури, образованная стержнем для измерения расхода и оснащенная двумя дифференциальными патрубками;

2I, 2U - фланцевое/привариваемое/зажимное крепление;

- 3, 4 - крепления (типа быстроразъемных соединений с накидными крыльчатыми гайками или другого требуемого типа);
- 5 - измерительная камера;
- 6 - ступенчатое/скошенное днище;
- 7 - трубка Вентури для прохождения текучей среды;
- 8 - одно или несколько напорных отверстий;
- 9 - система тангенциальной промывки и продувки для каждой измерительной камеры (ручная или автоматическая);
- 10 - измерительная мембрана;
- 11 - быстроразъемное соединение с накидной крыльчатой гайкой типа 1502;
- 12 - капиллярная трубка для соединения дифференциальной ячейки с сепараторами;
- 13 - дифференциальная ячейка;
- 14 - усилители;
- 15 - соединитель с заглушкой;
- 16 - капиллярная трубка для дифференциальной ячейки;
- 17 - датчик температуры;
- 18 - датчик давления;
- А - трубка Вентури и многопараметрические зонды - вертикальная установка;
- В - динамический измеритель плотности, встроенный в расходомер Вентури.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система (1) измерения расхода буровых растворов и/или многофазных смесей, содержащая трубчатый корпус (1), причем имеются измерительные патрубки (3, 4), оснащенные соответствующими предварительными камерами (5), при этом для предотвращения отказа измерительных мембран (10) в случае особо агрессивных смесей и в случае наличия на мембранах скапливающихся или переносимых твердых частиц, а также для предотвращения отложения твердых частиц или образования оболочки из бурового раствора или отложения парафинов каждая предварительная камера (5) снабжена системой очистки, оснащенной форсункой (9), расположенной тангенциально к боковой поверхности предварительной камеры для промывки самой предварительной камеры, инициируемой вручную или посредством системы с установленным временем срабатывания, путем введения жидких или газообразных смесей, причем каждая предварительная камера сообщается только с внутренней областью трубчатого корпуса (1) посредством смещенного относительно центра предварительной камеры отверстия, расположенного в соответствии с боковой поверхностью самой камеры, причем указанное отверстие расположено в области наименьшего диаметра продольного центрального канала (7) указанного трубчатого корпуса (1).

2. Система (1) измерения по п.1, в которой предусмотрена компоновка патрубков для соединения с процессом, которые содержат две пары противоположных креплений (3 и 4), расположенных под углом 90° относительно друг друга, для установки измерительных зондов, причем указанные крепления установлены радиально относительно продольной оси трубчатого корпуса (1), то есть перпендикулярно направлению потока измеряемой текучей среды, для обеспечения возможности размещения двух датчиков дифференциального давления (DP) с различными калибровками и расширения, тем самым, диапазона измерения расходов с сохранением при этом оптимальной точности измерения, причем каждое из указанных креплений снабжено указанной предварительной камерой (5).

3. Система (1) измерения по одному из пп.1 и 2, в которой для уменьшения общих размеров и обеспечения небольших размеров предусмотрены датчики (10), выполненные с возможностью измерения показателей, связанных с процессом.

4. Система (1) измерения по одному из пп.1-3, в которой датчики (10) выполнены с возможностью установки в соединениях, снабженных указанными предварительными камерами (5), с процессом с помощью быстроразъемных соединений с накидными крыльчатыми гайками для обеспечения удобного технического обслуживания системы и ускорения возможных операций по замене самих датчиков.

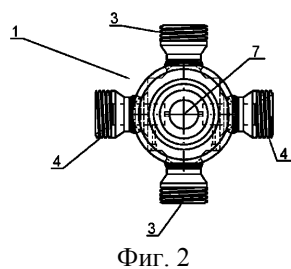
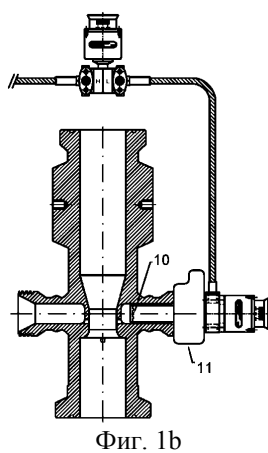
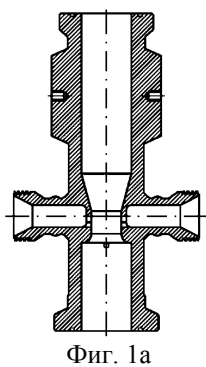
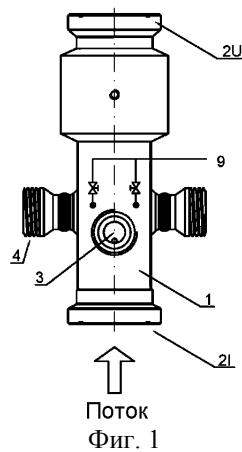
5. Система (1) измерения по п.1, в которой указанная форсунка (9) соединена с предварительной камерой (5) через канал, который в случае выполнения измерений в многофазных смесях воды, нефти и газа также обеспечивает продувку скапливающихся продуктов для поддержания чистоты предварительной камеры (5) и сохранения точности измерения.

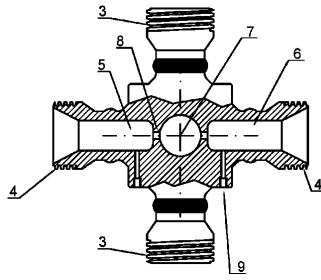
6. Система (1) измерения по одному из пп.1-5, в которой для уменьшения общих размеров предусмотрена сенсорная система, установленная в указанные предварительные камеры (5) и полученная встраиванием датчиков (17, 18) давления и температуры в сепараторы (16) дифференциальной ячейки (13) с обеспечением таким образом снижения количества соединений с процессом и обеспечением небольших размеров.

7. Система (1) измерения по одному из пп.1-6, в которой предусмотрена вертикальная установка с помощью U-образного вытянутого участка трубопровода (20), оснащенного фланцами (19) для соединения с концами вытянутого участка горизонтального трубопровода, в котором необходимо измерить рас-

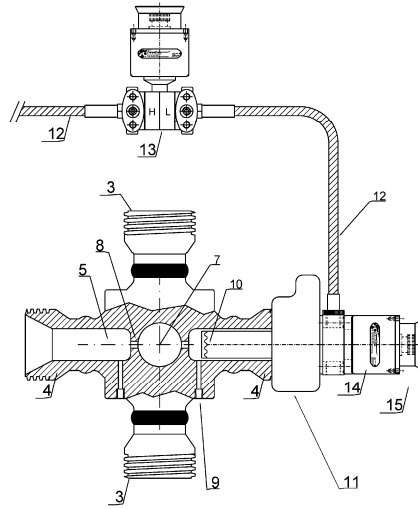
ход, причем указанная система (1) измерения расхода установлена в одной из двух ветвей U-образного вытянутого участка трубопровода (20), установленных вертикально.

8. Система (1) измерения по п.7, в которой на вертикальной ветви U-образного вытянутого участка трубопровода (20), не задействованной при установке системы (1) измерения расхода, установлен измеритель (21) плотности.



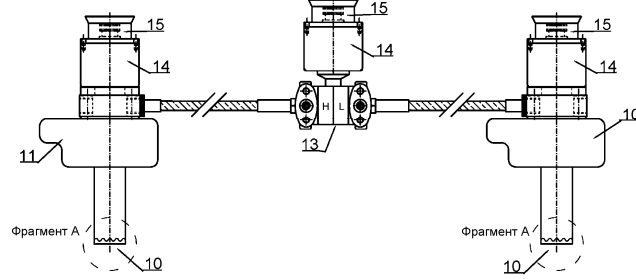


Фиг. 3

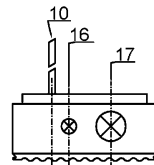


Фиг. 4

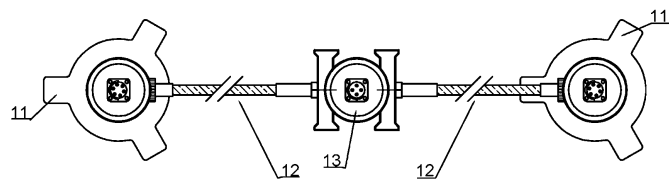
1 - Отрицательный концевой сепаратор с преобразователем давления и температуры и капиллярной трубкой для дифференциальной ячейки
2 - Датчик дифференциального давления ПД
3 - Положительный концевой сепаратор, наподобие отрицательного концевой сепаратора (см. п. 1)



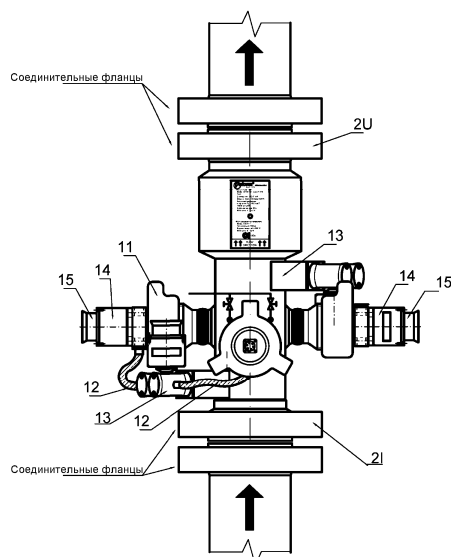
Фиг. 5



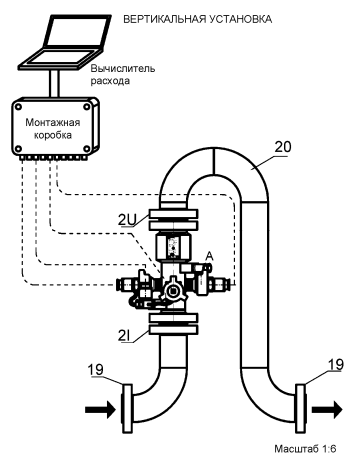
Фиг. 6



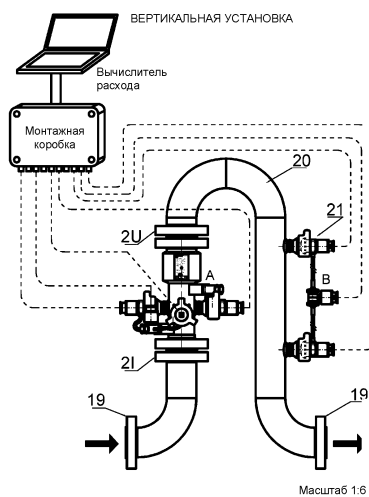
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

