

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044874**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.09

(51) Int. Cl. **G01F 1/66** (2006.01)

(21) Номер заявки
202092571

(22) Дата подачи заявки
2020.03.07

(54) **КОМПАКТНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ РАСХОДОМЕР ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ДЛЯ
ГАЗА**

(31) **2019-161**

(56) **US-A1-20180149504**

(32) **2019.03.16**

US-B-4325262

(33) **CZ**

US-A1-20170343398

(43) **2022.01.31**

(86) **PCT/IB2020/051993**

(87) **WO 2020/188396 2020.09.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОИЛ&ГАС МЕТЕРИНГ
ИКУИПМЕНТ С.Р.О. (CZ)**

(72) Изобретатель:
Микан Ярослав (CZ)

(74) Представитель:
Аверьянов Е.К. (RU)

(57) Компактный ультразвуковой расходомер преимущественно для газа содержит корпус (1) в форме n-гранника, где n составляет значение от 6 до 24, с тремя или четырьмя продольными круглыми отверстиями. Ось корпуса (1) перпендикулярна оси газовой трубы. Конструкционная длина корпуса (1) стандартизирована в соответствии с длиной механических газовых счетчиков и содержит два или три звена (7, 8, 9) формирования потока для направления потока между отдельными продольными круглыми отверстиями, которые снабжены по меньшей мере двумя ультразвуковыми датчиками (14), боковые крышки (12, 13) установлены на корпусе (1).

B1

044874

044874

B1

Область техники

Изобретение относится к компактным ультразвуковым расходомерам для подсчета расхода газа, в частности, при распределении природного газа.

Уровень техники

В настоящее время измерения подачи природного газа выполняются с использованием механических газовых счетчиков, ротационных и турбинных, а именно с внутренними номинальными диаметрами от DN 40 до DN 150, размерами от G 16 до G 1000 и классами давления PN 10/16/40 и стандарта Национального института стандартов США (ANSI) 150/300. Эти основные положения измерения известны десятилетиями. Механические счетчики газа имеют определенные преимущества, но также имеют серьезные недостатки.

Основными недостатками турбинных газовых счетчиков являются следующие.

Небольшой диапазон измерения 1:20, т.е. соотношение Q_{\min}/Q_{\max} .

Чувствительность к скачку давления - возможна поломка газового счетчика при быстром открывании клапана, когда возникает скачок давления.

Счетчики требуют правильной эксплуатации, любое несоблюдение инструкций по смазке газовых счетчиков отрицательно сказывается на их точности измерений и сроке службы - необходимость выполнения смазки через заданные интервалы.

Счетчики нельзя использовать за пределами заданного диапазона измерения Q_{\min} и Q_{\max} - риск повреждения газового счетчика.

Счетчики требуют оптимального давления и объема потока.

Загрязнения вызывают засорение подшипников и, таким образом, значительно снижают точность и могут повредить рабочее колесо турбины.

Турбинные газовые счетчики сложно использовать для труб с внутренними диаметрами DN 40, 50 и 80.

К основным недостаткам ротационных газовых счетчиков можно отнести следующие.

Чувствительность к гидравлический удару.

Высокие требования к правильной установке во избежание избыточной нагрузки; неточная установка приводит к заклиниванию механизма и непоправимому повреждению газового счетчика.

Счетчики нельзя использовать за пределами заданного диапазона измерения Q_{\min} и Q_{\max} - риск повреждения газового счетчика.

Счетчики требуют оптимального давления и объема потока.

Грязь вызывает засорение подшипников и значительно снижает точность.

Высокая цена ротационных газовых счетчиков DN 100 и DN 150.

Когда ротационный счетчик газа блокируют, поток газа прерывается; необходимо использовать встроенный обходной газодод, что дополнительно увеличивает стоимость ротационных газовых счетчиков.

Ротационные счетчики вызывают пульсацию в трубопроводе.

По этим причинам для измерения подачи природного газа при распределении предпринимались усилия по замене механических газовых счетчиков на ультразвуковые средства. Цель состоит в том, чтобы сохранить преимущества механических газовых счетчиков и устранить их недостатки. Отвечающий этим требованиям ультразвуковой газовый счетчик пока не создан. Ниже перечислены основные недостатки существующих ультразвуковых газовых счетчиков для распределения природного газа.

Меньший диапазон измерения, чем диапазон измерения ротационных газовых счетчиков; если типичный диапазон измерения наиболее распространенного типоразмера G 65 составляет 1:160, то типичный диапазон измерения ультразвукового газового счетчика G 65 составляет, например, 1:50 (отношение Q_{\min}/Q_{\max}).

Минимальная погрешность ультразвукового газового счетчика составляет 1%, что выше, чем у современных механических газовых счетчиков.

Ультразвуковые газовые счетчики для распределения в несколько раз дороже механических газовых счетчиков.

Для ультразвуковых газовых счетчиков по-прежнему требуется прямой участок равный по меньшей мере двойному диаметру (DN) трубы перед газовым счетчиком.

Существующие ультразвуковые газовые счетчики подвержены загрязнению и коррозии, что приводит к смещению градуировочной характеристики.

Перед газовым счетчиком должен быть установлен стабилизатор потока; между стабилизатором потока и газовым счетчиком должен быть прямой участок обычно равный пяти диаметрам трубы.

Корпус ультразвукового газового счетчика изготавливают из алюминия, поэтому ультразвуковой счетчик газа не может использоваться для замены турбинных газовых счетчиков, которые используются в прикладных системах, где требуется корпус из высокопрочного чугуна или литой стали.

Ультразвуковые газовые счетчики, содержащие стабилизатор потока, приводят к более высоким потерям давления, чем ротационные газовые счетчики.

Ультразвуковые счетчики газа, которые направляют поток перпендикулярно относительно оси трубы, имеют значительные размеры и вес, что затрудняет эксплуатацию и установку.

Существует ряд проектных решений для ультразвуковых расходомеров, наиболее распространен-

ным из которых является размещение ультразвуковых датчиков в трубе под некоторым углом α к оси трубы, вдоль которой с определенной скоростью течет газ. Если используется стабилизатор потока, он устанавливается на входе расходомера или в трубопроводе перед расходомером.

Принцип измерения такого расходомера заключается в измерении времени прохождения ультразвукового сигнала между датчиками, размещенными на заданном интервале. Один ультразвуковой сигнал передается в направлении потока газа и, следовательно, ускоряется вектором скорости потока газа, и поэтому время t_1 уменьшается. Второй ультразвуковой сигнал передается против направления потока газа и замедляется вектором скорости потока газа, и, следовательно, время t_2 увеличивается. Затем объемный расход рассчитывается с использованием разницы во времени $\Delta t = t_2 - t_1$.

Для того чтобы сделать измерение времен t_1 и t_2 более точным, целесообразно увеличить расстояние между датчиками. Этого можно добиться уменьшением угла α , но за счет увеличения общей длины расходомера. Такие расходомеры имеют большую конструкционную длину L (т.е. расстояние между фланцами), чем конструкционная длина механических расходомеров. Кроме того, необходим определенный прямой участок перед расходомером и после него.

Механические газовые счетчики, а именно газовые счетчики, используемые для подсчета и учета потребления природного газа, имеют стандартную конструкционную длину L (в случае турбинных газовых счетчиков это расстояние между фланцами), которая в три раза превышает номинальный внутренний диаметр DN газового счетчика, т.е. $L = 3DN$. Для ротационных газовых счетчиков эти длины определены как 150, 171, 241, 260 мм и т.д. в зависимости от внутреннего диаметра газового счетчика. Если длина L газового счетчика будет больше стандартной, то это значительно увеличит стоимость установки при замене механического газового счетчика на ультразвуковой. Чтобы сохранить стандартизованную конструкционную длину L , ультразвуковой расходомер должен быть спроектирован таким образом, чтобы газ проходил через модифицированный корпус, т.е. не вдоль оси трубопровода, а местоположение ультразвуковых датчиков было смещено относительно оси трубопровода.

Краткое изложение сущности изобретения

Указанные проблемы в значительной степени преодолеваются с помощью компактного ультразвукового расходомера преимущественно для газа согласно настоящему изобретению. Задачей изобретения является создание новой конструкции компактного ультразвукового расходомера, такого, чтобы сохранить конструкционную длину L расходомера равной длине механических газовых счетчиков. Компактный ультразвуковой расходомер преимущественно для газа состоит из компактного корпуса в форме n -гранника, где n составляет значение от 6 до 24, обычно в форме призмы, и снабжен по меньшей мере тремя продольными круглыми отверстиями, при этом длина корпуса стандартизована в соответствии с длиной механических газовых счетчиков. Ось корпуса и, соответственно, оси продольных круглых отверстий перпендикулярны оси газовой трубы. В корпусе может быть предусмотрены стабилизаторы потока, при этом отдельные продольные круглые отверстия в корпусе соединены между собой звеньями формирования потока. В одном продольном круглом отверстии находится секция измерения, в которой расположены ультразвуковые датчики.

Сигнал между ультразвуковыми датчиками может быть направлен прямо, и/или под углом, и/или с отражением от стенки продольного круглого отверстия. Стабилизатор потока предпочтительно расположен внутри продольного круглого отверстия и/или звена формирования, так что он интегрирован в газовый поток. Корпус может быть изготовлен из материала, выбранного из группы, состоящей из алюминиевого сплава, специального высокопрочного чугуна и стали. Внутренняя поверхность продольных круглых отверстий защищена покрытием, устойчивым к загрязнению и коррозии. Конструкционная длина корпуса стандартизована в соответствии с конструкционной длиной механических газовых счетчиков, выбранных из группы, состоящей из турбинных газовых счетчиков и ротационных газовых счетчиков. Стабилизатор потока может быть расположен в продольном круглом отверстии и/или в звене формирования потока и сконструирован таким образом, чтобы ультразвуковой расходомер не требовал прямых участков трубы перед/после расходомера.

Ультразвуковые датчики расположены под углом к оси отверстия, при этом датчики можно расположить под углом так, чтобы ультразвуковой сигнал отражался от стенки продольного круглого отверстия. Преимущество этого решения заключается в лучшей оценке профиля скорости, что приводит к увеличению точности и более широкому диапазону измерения.

Ниже приведены основные преимущества компактного ультразвукового расходомера по предлагаемому решению.

Цена ультразвукового расходомера согласно изобретению сопоставима с ценой механических ротационных и турбинных газовых счетчиков.

Конструкционная длина и материал соединительной арматуры и корпуса ультразвукового расходомера такие же, как у механических ротационных и турбинных счетчиков газа, что позволяет легко заменять механические счетчики на ультразвуковые счетчики газа.

Ультразвуковой расходомер согласно изобретению не требует прямого участка трубы перед расходомером и после него.

Ультразвуковой расходомер питается от батареи, срок службы которой составляет не менее 5 лет.

Максимальная погрешность ультразвукового расходомера составляет $\pm 0,5\%$; эта погрешность не увеличивается в течение времени эксплуатации. Эта меньшая погрешность достигается за счет большего количества ультразвуковых датчиков. Ультразвуковые датчики расположены под углом к оси продольного круглого отверстия и/или ультразвуковые датчики расположены так, что сигналы отражаются от стенок продольного круглого отверстия для лучшей оценки профиля скорости, что увеличивает точность и диапазон измерения.

Диапазон измерений ультразвукового расходомера составляет 1:100 и выше, что значительно превосходит значения существующих турбинных и ультразвуковых газовых счетчиков.

Внутренняя часть расходомера, т.е. продольные круглые отверстия, защищены от коррозии и загрязнения, что означает, что градуировочная характеристика не смещается, как у других ультразвуковых газовых счетчиков.

Расходомер не подвержен разрушительному воздействию ударного давления, как в случае механических газовых счетчиков.

Расходомер устойчив к ошибкам при установке, обслуживании и эксплуатации, т.е. неточная установка не приведет к заклиниванию механизма (см. ротационные газовые счетчики).

Неправильная смазка не повлияет на точность, диапазон измерения и не повредит газовый счетчик (см. ротационные и турбинные газовые счетчики); работа за пределами заданных Q_{\min} и Q_{\max} не ухудшит измерительные свойства газового счетчика и не приведет к его разрушению (см. ротационные и турбинные газовые счетчики).

Расходомер не имеет движущихся частей, что значительно повышает его надежность по сравнению с механическими счетчиками газа.

Предлагаемый ультразвуковой расходомер является первым существующим ультразвуковым расходомером компактного типа, способным заменить механические ротационные и турбинные газовые счетчики, поскольку он сохраняет все их преимущества и устраняет все их недостатки по той же или лучшей цене, что и механические счетчики газа. Его небольшие размеры и вес облегчают транспортировку и установку.

Краткое описание чертежей

Компактный ультразвуковой расходомер по настоящему изобретению описывается более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых

фиг. 1 представляет собой пример компактного ультразвукового расходомера преимущественно для газа, в аксонометрической проекции;

на фиг. 1а показан расходомер в разрезе; и

на фиг. 2-4 показан компактный ультразвуковой расходомер преимущественно для газа в аксонометрической проекции с пространственным разделением деталей.

Примеры вариантов осуществления изобретения

Вариант А.

Приведенный в качестве примера компактный ультразвуковой расходомер, показанный на фиг. 1, 1а, 2 и 4, содержит корпус 1 в форме шестигранной призмы с четырьмя продольными круглыми отверстиями 2, 3, 4 и 5; стабилизатор 6 потока; три звена 7, 8 и 9 формирования потока; входной фланец 10; выходной фланец 11; боковые крышки 12 и 13 и ультразвуковые датчики 14, как показано на фиг. 1, 1а, 2 и 4. Газ проходит через входной фланец 10 и входит в центр корпуса 1, направляется в продольное круглое отверстие 2 и далее к периферии корпуса 1, где по звену 7 формирования потока проходит к продольному круглому отверстию 3, в котором установлен стабилизатор 6 потока, далее газ следует к периферии корпуса 1, где после звена 9 формирования потока пропускается через продольное круглое отверстие 4, в котором расположена секция измерения и установлены ультразвуковые датчики 14. Ультразвуковой сигнал между датчиками 14 передается непосредственно от датчика к датчику или путем отражения от стенок продольного круглого отверстия 4 в корпусе 1. Каждый ультразвуковой датчик 14 одновременно является передатчиком и приемником. Далее поток через звено 8 формирования потока направляется в продольное круглое отверстие 5 и выходит через выпускной фланец 11. Боковые крышки 12 и 13 установлены на боковых сторонах корпуса 1. Все четыре продольных круглых отверстия 2, 3, 4 и 5 расположены в корпусе 1 одно над другим и рядом друг с другом, что обеспечивает малые габариты и вес. Направление потока газа через корпус 1 показано позицией 15.

Вариант Б - без стабилизатора потока.

Приведенный в качестве примера компактный ультразвуковой расходомер, показанный на фиг. 3, содержит корпус 1 с тремя продольными круглыми отверстиями 2, 4 и 5; два звена 7 и 8 формирования потока; входной фланец 10; выходной фланец 11; боковые крышки 12 и 13; и ультразвуковые датчики 14. Газ проходит через входной фланец 10 и входит в центр корпуса 1, направляется в продольное круглое отверстие 2 и далее к периферии корпуса 1, где по звену 7 формирования потока проходит к продольному круглому отверстию 4, в котором расположена секция измерения и установлены ультразвуковые датчики 14. Ультразвуковой сигнал между датчиками 14 передается непосредственно от датчика к датчику или путем отражения от стенок продольного круглого отверстия 4 в корпусе 1. Каждый ультразвуковой

датчик 14 одновременно является передатчиком и приемником. Далее поток через звено 8 формирования потока направляется в продольное круглое отверстие 5 и выходит через выпускной фланец 11. Боковые крышки 12 и 13 установлены по бокам корпуса 1. Все три продольных круглых отверстия 2, 4 и 5 расположены в корпусе 1 одно над другим и рядом друг с другом, что обеспечивает малые габариты и вес. Направление потока газа через корпус 1 показано позицией 16.

Оба варианта А и В могут использоваться как в горизонтальном, так и в вертикальном исполнении.

Ультразвуковые газовые расходомеры, выполненные из алюминия	Конструкционная длина
DN 40 PN 10/16 и ANSI 150	150/171 мм
DN 50 PN 10/16 и ANSI 150	150/171 мм
DN 80 PN 10/16 и ANSI 150	171/241 мм
DN 100 PN 10/16 и ANSI 150	241 мм
DN 150 PN 10/16 и ANSI 150	260 мм
DN 40/50 PN 40 и ANSI 300 и так далее	240 мм

Ультразвуковые газовые расходомеры, выполненные из стали и чугуна	Конструкционная длина
DN 50 PN 10/16 и ANSI 150	150/171 мм
DN 80 PN 10/16 и ANSI 150	171/240 мм
DN 100 PN 10/16 и ANSI 150	241/300 мм
DN 150 PN 10/16 и ANSI 150	450 мм
DN 50 PN 40 и ANSI 300	150/240 мм
DN 80 PN 40 и ANSI 300	240/273 мм
DN 100 PN 40 и ANSI 300	300 мм
DN 150 PN 40 и ANSI 300 и так далее	450 мм

Промышленная применимость

Компактный ультразвуковой газовый расходомер в соответствии с изобретением найдет применение в первую очередь для подсчета расхода газа, особенно при распределении природного газа в домашних хозяйствах и коммерческих зданиях.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Компактный ультразвуковой расходомер преимущественно для газа, отличающийся тем, что содержит корпус (1), длина которого между фланцами соответствует длине стандартизированных механических газовых счетчиков, имеет форму n-гранника, где n составляет значение от 6 до 24, и снабжен по крайней мере тремя расположенными рядом друг с другом продольными круглыми отверстиями (2, 3, 4, 5), по крайней мере два из которых размещены одно над другим, а ось которых перпендикулярна оси газовой трубы, изменяя направление газового потока через корпус (1), и которые снабжены на их концах по крайней мере двумя звеньями (7, 8, 9) формирования потока для направления потока между отдельными продольными круглыми отверстиями (2, 3, 4, 5), которые содержат секцию измерения и снабжены по меньшей мере двумя ультразвуковыми датчиками (14), выполненными с возможностью направления сигнала под углом и/или с отражением от стенки круглого отверстия (2, 3, 4, 5), в котором расположена секция измерения, при этом продольные круглые отверстия (2, 5) соединены с входным фланцем (10) и выходным фланцем (11), а звенья (7, 8, 9) формирования потока закрыты боковыми крышками (12, 13), установленными на корпусе (1).

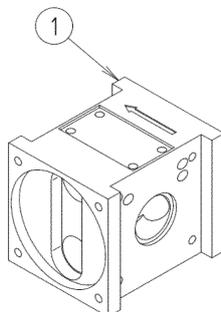
2. Компактный ультразвуковой расходомер по п.1, отличающийся тем, что внутри по меньшей мере одного продольного круглого отверстия (2, 3, 4, 5) и/или звена (7, 8, 9) формирования потока установлен интегрированный в газовый поток стабилизатор потока (6).

3. Компактный ультразвуковой расходомер по п.1 или 2, отличающийся тем, что внутренняя поверхность продольных круглых отверстий имеет покрытие, устойчивое к коррозии и загрязнению.

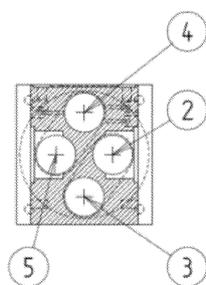
4. Компактный ультразвуковой расходомер по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что корпус (1) изготовлен из материала, выбранного из группы, состоящей из алюминиевого сплава, высокопрочного чугуна и стали.

5. Компактный ультразвуковой расходомер по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что корпус (1) изготовлен способом прессования и/или волочения.

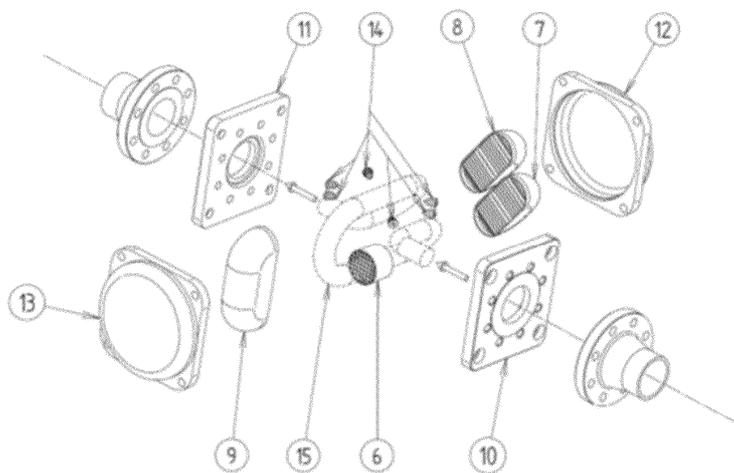
6. Компактный ультразвуковой расходомер по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что конструкционная длина корпуса (1) стандартизирована в соответствии с конструкционной длиной механических газовых счетчиков, выбранных из группы, состоящей из турбинных газовых счетчиков и ротационных газовых счетчиков.



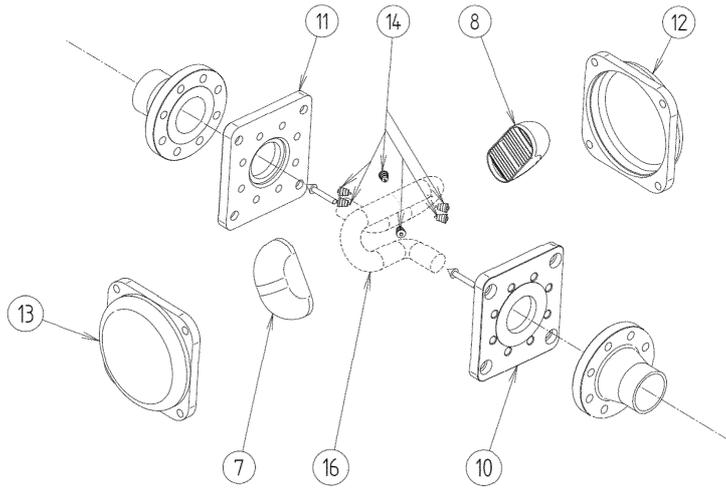
Фиг. 1



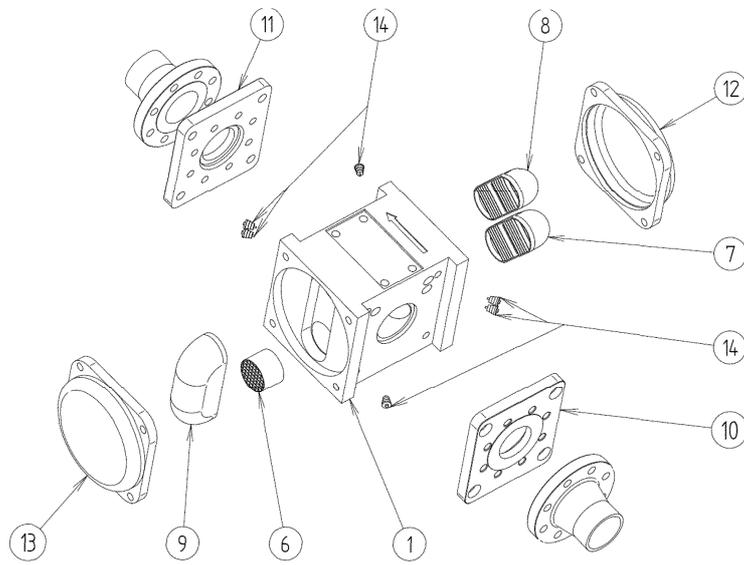
Фиг. 1а



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4