

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044306**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.08.15**

(21) Номер заявки  
**202092134**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.03.06**

(51) Int. Cl. **G01F 1/66** (2006.01)  
**G01F 5/00** (2006.01)  
**G01F 7/00** (2006.01)  
**G01F 15/14** (2006.01)  
**G01F 15/18** (2006.01)

**(54) РАСХОДОМЕР ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ**(31) **18160630.2**(32) **2018.03.08**(33) **EP**(43) **2020.12.04**(86) **PCT/EP2019/055600**(87) **WO 2019/170767 2019.09.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЭНЕРГОФЛОУ АГ (CH)**

(72) Изобретатель:  
**Стеценко Андрей, Глова Юрий,  
Недзельский Сергей (UA)**

(74) Представитель:  
**Бутенко Л.В. (RU)**

(56) **WO-A1-2008033035**  
**US-A-5433117**  
**US-A1-2016282164**  
**WO-A1-2015004254**  
**US-A1-2015377691**  
**US-A1-2003167836**

(57) Расходомер предназначен для измерения расхода текучей среды и/или скорости движения среды, которая протекает через внутреннее пространство в широком диапазоне расхода. Расходомер текучей среды с широким диапазоном измерений для датчиков расхода (4, 5, 6), в котором используются различные измерительные процессы для определения скорости потока и расхода среды, содержит корпус (1), включающий входной канал (9), выходной канал (10) и, по меньшей мере, один датчик расхода (4, 5, 6). Отличием является то, что корпус выполнен с внутренней камерой (2), которая повторяет форму геометрии датчика расхода (6), и содержит два ограничительных основания, в центральной части одного из оснований выполнен обтекатель с конфигурацией, обеспечивающей формирование потока, по меньшей мере, один ультразвуковой датчик расхода (4, 5) расположен таким образом, чтобы его измерительный канал проходил через внутреннюю часть дополнительного датчика расхода (6) различного принципа действия, при этом расходомер содержит переходное устройство (7) для согласования различных диаметров выходного отверстия датчика расхода (6) и выходного канала (10). Внутренняя камера (2) корпуса (1) выполнена в форме цилиндра, эллиптической трубки или прямоугольного параллелепипеда, одно из оснований которого является закругленным, а поперечная площадь сечения внутренней камеры (2) многократно превышает площадь поперечного сечения входного канала (9) расходомера и выходного отверстия датчика расхода (6). Расходомер текучей среды отличается компактностью, малыми габаритными размерами и нечувствительностью к возмущениям измеряемой среды на входе. Применение двух принципов (методов) измерения также позволяет осуществлять проверку работы расходомера сравнением этих двух методов в средней части диапазона, там, где имеется перекрытие результатов измерений, полученных различными методами, что обеспечивает более высокую достоверность результатов измерений.

**044306**  
**B1**

**044306**  
**B1**

Изобретение относится к расходомеру текучей среды согласно формуле изобретения. Данные расходомеры/счетчики предусмотрены для измерения расхода текучей среды и/или скорости движения среды, которая протекает через внутреннее пространство в широком диапазоне расхода.

Известные методы измерения текучей среды применимы к ограниченным диапазонам расходов. Соотношения значений минимального измеряемого расхода и максимального метода переменного перепада давления и кориолисова метода, как правило, составляют 1:10. Отношение значений минимального и максимального расходов для термоанемометрического метода составляет 1:15. Турбинный и вихревой методы измерения расхода имеют соотношение 1:20, при ротационном методе - 1:100. Для ультразвукового метода это соотношение может составлять 1:150.

При необходимости измерения расхода жидкостей и газов в более широком диапазоне приходится использовать несколько расходомеров с различными типоразмерами и характеристиками измерения потока, что значительно усложняет конструкцию узла учета, увеличивает ее габариты и требует большого времени на обслуживание и переналадку.

Одним из известных современных решений задачи расширения диапазона измерений являются счетчики, внутри корпуса которых содержится один или множество датчиков массового расхода (патент EP 2824432 A3, CN 104061973 A). Диапазон расхода суммарного потока в таких счетчиках, по существу, зависит от количества и типоразмера датчиков, установленных внутри корпуса. Это решение имеет весьма сложную конструкцию, а также является дорогостоящим из-за множества датчиков потока, необходимых для обеспечения измерения больших расходов и объемов газов, и таким образом, имеет ограничения для применения в качестве малых (бытовых) счетчиков. Вышеуказанное известное решение также имеет ограничение из-за низкой "внутренней масштабируемости" датчиков, так как датчики потока должны быть спроектированы и изготовлены для каждого отдельного класса расходомера. Существенным недостатком данного изобретения также является то, что погрешность измерения расхода общего потока включает в себя как ошибки корреляции суммарного потока с измеряемым единичным датчиком расхода, так и сумму погрешностей этих единичных датчиков расхода.

CN 102183274 A, CN 102735300 A описывают расходомеры, имеющие корпус в виде врезной секции (отрезка трубы), в которой расположены датчики расхода, работающие на различных методах измерения, например на вихревом и ультразвуковом. Один из методов (ультразвуковой) обеспечивает измерение потока с низким уровнем скорости (0,3-10 м/с). Другой метод (вихревой) реализует измерение скорости потока в диапазоне от 5 до 45 м/с. Недостатком такого решения является последовательное расположение датчиков расхода на противоположных концах врезной секции, что приводит к увеличению ее линейных размеров, громоздкости конструкции, а в результате - к невозможности применения в качестве бытовых счетчиков. Расположение одного из датчиков (вихревого) в центре врезной секции, между ультразвуковыми датчиками, хотя и обеспечивает уменьшение линейных размеров конструкции, в свою очередь, вносит дополнительные возмущения в поток в измерительном канале, что приводит к ухудшению метрологических характеристик счетчика.

WO 2008/033035 A1 описывает устройство для измерения скорости текучей среды, которое устанавливается в эксцентрично расположенных отверстиях отрезка трубопровода, под определенным углом относительно друг друга и потока текучей среды, а также, преимущественно, снаружи потока. В каждом отверстии устройства предусмотрен датчик давления и акустический передатчик/приемник, при этом процессор определяет скорость потока на базе измерительных результатов обоих датчиков давления и акустических передатчиков/приемников. Недостатком такой конструкции является конфигурация отверстий и, при известных обстоятельствах, измерительных устройств в трубопроводе и образующиеся таким путем возмущения, которые влияют на однородность характера потока и тем самым на точность измерения. Применение данного устройства, согласуемого с существующими условиями, в частности, также в качестве бытового счетчика, является затруднительным и дорогостоящим по причине имеющихся конструктивных характеристик устройства.

Исходя из вышеуказанного уровня техники, задача изобретения заключается в устранении указанных недостатков.

Данная задача решается с помощью расходомера текучей среды с характеристиками, которые представлены в п.1 формулы.

Настоящее изобретение представляет собой малогабаритный компактный широкодиапазонный расходомер текучей среды, который наряду с согласуемостью к определенному диапазону измерений также в состоянии функционировать в диапазоне измерений большего размера, в сравнении с расходомерами предыдущих конструкций.

Очевидно, что, по крайней мере, настоящее изобретение реализуется в том случае, если речь идет о расходомере текучей среды с конфигурацией формирования потока и совмещенным измерительным каналом для датчиков расхода различного принципа измерения скорости потока и расхода среды, которое представляет собой устройство, включающее в себя следующие конструктивные компоненты:

корпус с внутренней камерой, форма которой дополняет конфигурацию датчиков потока;

два основания, которые, по меньшей мере, частично ограничивают внутреннюю камеру и одну выпуклую деталь, конфигурация которой обеспечивает формирование потока,

по меньшей мере, один ультразвуковой датчик расхода, расположенный таким образом, что его измерительный канал проходит через внутреннюю часть следующего датчика расхода с другим принципом измерения, и

переходное устройство для согласования различных диаметров выходного устройства датчика расхода и его выходного канала.

Компактный широкодиапазонный расходомер текучей среды с конфигурацией формирования потока и совмещенным измерительным каналом для датчиков расхода различного принципа измерения предназначен для измерения скорости потока и расхода среды в широком диапазоне расходов с соотношением минимального расхода к максимальному 1:1000 и более. Данный расходомер объединяет в себе преимущества счетчика, конструкция которого обеспечивает нечувствительность к возмущениям текучей среды на его входе, и расходомера с диапазоном измерений, значительно превышающим диапазоны существующих в уровне техники.

Дальнейшие варианты исполнения вытекают из критериев зависимых пунктов формулы изобретения.

Первый вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части его работоспособности и соответствует критериям согласно формуле 2, в которой внутренняя камера корпуса отличается тем, что имеет цилиндрическую, эллиптическую либо прямоугольную форму с закругленным основанием. При этом площадь поперечного сечения внутренней камеры корпуса на порядок (в оптимальном случае не менее чем в 10 раз) превышает площадь поперечного сечения входного канала расходомера и выходного канала датчика расхода. Тем самым сформированный, стабильный и равномерный поток текучей среды направляется к выходному каналу, за счет чего достигается ламинарный (безвихревой) поток среды.

Второй вариант исполнения настоящего устройства, имеющий преимущества в части работоспособности и в соответствии с п.3 формулы, отличается тем, что внутренняя камера имеет в центральной части закругленного основания, либо обтекатель в форме колокола, либо сферический обтекатель, расположенный рядом с основанием. Таким образом, при прохождении через внутреннюю камеру текучая среда огибает обтекатель в соответствии с его геометрией (конфигурацией) и направляется по центру внутренней камеры, стекаясь у входного отверстия датчика расхода. При этом сформированный поток текучей среды протекает через внутреннее пространство датчика расхода и выходит наружу через выходной канал расходомера, за счет чего достигается ламинарный (безвихревой) поток среды.

Третий вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части расширения диапазона расхода и в соответствии с п.4 формулы, отличается тем, что первый ультразвуковой датчик расхода расположен внутри обтекателя и/или второй ультразвуковой датчик расхода расположен в нижнем основании внутренней камеры после выходного отверстия датчика расхода. При этом оба датчика расположены таким образом, что акустический канал проходит через центральную ось датчика расхода, при этом измерительные каналы расхода совмещаются друг с другом, за счет чего исключаются нарушения потока и достигается расширение диапазона расхода.

Четвертый вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части работоспособности и конфигурации в соответствии с критериями п.5 формулы, отличается тем, что датчик расхода, который формирует сигнал, пропорциональный скорости потока среды, расположен по центру оси внутренней камеры, за счет чего ламинарный (безвихревой) поток протекает через него и вытекает из выходного канала расходомера. При этом в качестве датчиков расхода допускается применять любые известные измерители расхода или скорости потока объемного или массового принципа действия, которые соответствуют конструктивному размеру внутренней камеры корпуса расходомера. Таким образом, обеспечивается реализация ламинарного потока среды и существенного принципа изобретения, а также конфигурации расходомера в соответствии с фактической целью измерения в рамках производственного процесса или в практическом применении.

Пятый вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части расширения диапазона измерений в соответствии с критериями п.6 формулы, отличается тем, что в основе его принципа действия лежит применение двух различных принципов измерения. При этом для одного из них характерна особо высокая степень эффективности в верхней части диапазона расхода, а другой отличается аналогичным критерием в нижней части диапазона расхода. В результате такого решения достигается широкий диапазон измерений с соотношением минимального измеряемого расхода к максимальному 1:1000 и более, при этом применение двух способов измерения также позволяет контролировать работоспособность расходомера. Для этого два данных способа подвергаются сравнению в средней части диапазона расхода, в которой результаты измерений, определенные данными различными способами, совмещаются.

Шестой вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части расширения или смещения диапазона расхода и в соответствии с критериями п.7 формулы, отличается тем, что трубопровод образует дополнительный проточный обходной канал, который формируется между наружной поверхностью датчика расхода и внутренней поверхностью дополнительного трубопровода. Данное решение позволяет разделить поток измеряемой текучей среды, при этом часть потока протекает через

внутреннее пространство датчика расхода, а другая часть потока протекает через дополнительный проточный обходной канал.

Седьмой вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части работоспособности и конфигурации в соответствии с критериями п.8 формулы, отличается тем, что во внутренней камере, в центре основания корпуса расположено переходное устройство. Таким образом, обеспечивается реализация ламинарного потока среды и существенного принципа изобретения, а также конфигурации расходомера в соответствии с фактической целью измерения в рамках производственного процесса или в практическом применении.

Восьмой вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части работоспособности и в соответствии с критериями п.9 формулы, отличается тем, что имеет устройство подготовки потока, расположенное на основании внутренней камеры, и выполненное в форме решетки. При этом решетка на основании внутренней камеры расположена таким образом, что измеряемая среда протекает через входной канал и через устройство подготовки потока, и попадает во внутреннюю камеру корпуса расходомера. Причем устройство подготовки потока рассекает общий поток измеряемой среды на многочисленные отдельные потоки, что обеспечивает реализацию ламинарного (безвихревого) потока среды.

Девятый вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части безопасности и согласно критериям п.10 формулы, отличается тем, что внутри корпуса расположен датчик обнаружения утечек среды, который имеет электрическое соединение с электронным блоком и/или запорным клапаном.

Десятый вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части работоспособности и в соответствии с критериями п.11 формулы, отличается тем, что впускное отверстие датчика расхода имеет воронкообразную форму и соединение с обтекателем, формирующим поток среды.

Одиннадцатый вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части работоспособности и согласно критериям п.12 формулы, отличается тем, что датчики расхода и переходное устройство являются согласуемыми, при этом переходное устройство согласуется в соответствии с применяемым датчиком расхода.

Двенадцатый вариант исполнения настоящего устройства, который имеет преимущества в части работоспособности и в соответствии с критериями п.13 формулы, отличается тем, что входной канал имеет стационарно установленный фильтр грубой очистки.

Далее по тексту представлено детальное разъяснение примеров воплощения изобретения, которое осуществляется со ссылкой на чертежи.

На чертежах показано:

фиг. 1 иллюстрирует схематическое изображение в разрезе компактного широкодиапазонного расходомера текучей среды с конфигурацией формирования потока и датчиками расхода различного принципа измерения;

фиг. 2 иллюстрирует схему совмещенного измерительного канала и путь прохождения акустического канала ультразвуковых датчиков;

фиг. 3 отображает вариант исполнения широкодиапазонного расходомера во врезной секции;

фиг. 4 иллюстрирует вариант исполнения компактного широкодиапазонного расходомера текучей среды с дополнительным обходным каналом прохождения измеряемой среды.

Компактный широкодиапазонный расходомер текучей среды с конфигурацией формирования потока и совмещенным измерительным каналом для датчиков расхода различного принципа измерения представляет собой устройство, включающее в себя следующие компоненты (фиг. 1):

корпус (1), имеющий внутреннюю камеру (2) и обтекатель (выступ) (3) с конфигурацией, обеспечивающей формирование потока;

один или два ультразвуковых датчика расхода (4), (5), которые расположены внутри корпуса расходомера и предназначены для измерения скорости течения среды;

датчик расхода (6) различного принципа действия (например, термоанемометрического), расположенный внутри корпуса (1) расходомера и предназначенный для измерения скорости течения среды, при этом расходомер имеет впускное отверстие воронкообразной формы;

переходное устройство (7) для согласования различных диаметров датчика расхода (6) и выходного канала (10) между собой;

устройство подготовки потока (8), предназначенное для рассекания и стабилизации потока измеряемой среды;

входной канал (9) потока измеряемой среды;

выходной канал (10) для потока среды, вытекающей из расходомера;

электронный блок;

фильтр грубой очистки внутри входного канала 9;

запорный клапан внутри входного канала 9;

датчик-рецептор утечек среды.

Корпус (1) расходомера включает внутреннюю камеру (2), образующую непроницаемую для рабо-

чей среды камеру потока. Эта камера (полость) (2) предназначена для формирования и измерения скорости потока текучей среды. Внутренняя камера (2) корпуса (1) повторяет форму геометрии датчика расхода (6). Допускаются различные формы данного датчика расхода, к примеру, цилиндр, эллиптическая трубка, прямоугольный параллелепипед либо любая другая форма, при этом одно из оснований датчика расхода является закругленным. Как видно из первого примера воплощения на фиг. 1, одно из цилиндрических оснований имеет элемент, выгнутый вовнутрь, - обтекатель (3). Корпус (1) имеет основной входной канал (9) и основной выходной канал (10). Основной входной канал (9) транспортирует поток среды во внутреннюю камеру (2). Основной выходной канал (10) предусмотрен для рабочей среды, которая вытекает из внутренней камеры (2). Внутри корпуса (1) стационарно установлено устройство подготовки потока (8). Данное устройство предназначено для рассекания и стабилизации потока измеряемой среды. Кроме того, внутри корпуса (1) устанавливаются один или два ультразвуковых датчика расхода (4), (5), и один датчик расхода (6) различного принципа действия. Один из ультразвуковых датчиков расхода расположен в посадочном месте внутри обтекателя (3). Второй ультразвуковой датчик расположен в посадочном месте в нижней части камеры (2) внутри переходного устройства (7). Датчик расхода (6) различного принципа действия, расположен внутри центральной части указанного корпуса (1) расходомера. На фиг. 1 не показаны электронный блок для оценки измерительных сигналов, фильтр грубой очистки для очистки среды, запорный клапан для прерывания потока среды, а также датчик-рецептор утечек среды для идентификации случаев опасности.

Принцип работы расходомера:

измеряемая среда первоначально попадает во входной канал (9), проходит через фильтр грубой очистки, устройство подготовки потока (8) и рассекается на многочисленные отдельные потоки;

эти потоки распределяются по всему объему камеры (2), движутся вдоль центральной ее оси от одного основания к другому по пространству, образованному внутренней поверхностью стенок корпуса (1) и наружной поверхностью датчика расхода (6). Затем они обтекают внутренний выступ (обтекатель) (3), повторяя его форму. На входе воронкообразного датчика расхода (6) они сходятся, образуя устойчивый равномерный поток.

Это обеспечивает наиболее благоприятные условия для высокоточного измерения его скорости;

затем воронкообразное входное отверстие датчика расхода б объединяет отдельные потоки в единый, за счет чего повышается скорость потока среды и понижается чувствительность измерительного процесса к помехам внутри датчика расхода (4);

далее этот поток проходит через внутреннюю полость датчика расхода (6) и через выходной канал (10) расходомера вытекает из него;

при протекании потока рабочей среды через внутреннюю полость датчика расхода (6) датчик расхода (6) формирует сигнал, пропорциональный скорости потока.

Отличительной особенностью изобретения является применение ультразвуковых датчиков расхода (4), (5). Один из указанных датчиков (4) установлен внутри обтекателя (3), а второй (5) - расположен после датчика расхода (6) у его выходного отверстия. Отличием является также расположение датчиков расхода (4), (5) таким образом, что измерительный канал, образованный между ними, проходит через центральную внутреннюю часть датчика расхода (6), не оказывая влияния на его работу (фиг. 2). Таким образом, происходит пространственное совмещение измерительного канала ультразвуковых датчиков расхода (4), (5) и измерительного канала датчика расхода (6).

Указанные отличия обеспечивают компактность размещения датчиков (4), (5), (6) внутри камеры (2) и, следовательно, малые габариты самого расходомера с сохранением его высоких метрологических характеристик.

Сигналы измерений, полученные от датчиков (4), (5), также принимаются и обрабатываются электронным блоком расходомера с последующим формированием сигнала, пропорционального объемному расходу рабочей среды.

Корпус (1) состоит из двух частей (фиг. 1):

неподвижной части, в которой находятся входной канал (9), фильтр грубой очистки, запорный клапан, выходной канал (10), устройство подготовки потока (8), переходное устройство (7), датчики расхода (4), (5), (6);

подвижной части в виде цилиндра (колпака) с закруглением в одном из оснований, который может вращаться вдоль своей центральной оси. На внешней подвижной части корпуса (1) может крепиться электронный блок, у которого лицевая часть также может вращаться вокруг своей центральной оси.

Устройство подготовки потока (8) представляет собой решетку. В данном случае решетка расположена в нижней цилиндрической части камеры (2) таким образом, чтобы измеряемая среда через входной канал (9) проходила через устройство подготовки потока (8) и попадала в камеру (2) корпуса (1) расходомера. Решетка устройства подготовки потока (8) представляет собой набор лопастей с количеством не менее 21 и такими размерами, чтобы ими перекрывалось не более 23% общей площади поперечного сечения камеры (2). Устройство подготовки потока (8) осуществляет рассекаание потока измеряемой среды, обеспечивает условия создания равномерного стабильного потока, и тем самым, существенно уменьшает эффекты, вызванные высокой энергией турбулентного потока, на входе датчика расхода (6). Применение

устройства подготовки потока (8) совместно с описанной конфигурацией камеры (2) обеспечивает стабилизацию данного потока, выравнивание его эпюры скоростей, и, тем самым, устраняет необходимость применения внешних устройств, предназначенных для создания невозмущенного потока газа (адаптеров) при любом, даже значительном искажении и возмущении потока измеряемой среды на входе расходомера.

Дополнительной отличительной чертой расходомера является наличие в нижней внутренней части корпуса (после выходного отверстия датчика расхода) переходного устройства (7) для согласования диаметров датчика расхода (6) и выходного канала (10) самого расходомера между собой. Данное переходное устройство позволяет применять в расходомере датчики расходов (6) различного диаметра в зависимости от требуемого диапазона измеряемых расходов, при этом допускается применять переходное устройство, согласуемое с параметрами датчика расхода.

Входной канал (9) потока среды представляет собой отверстие, канал, направляющий поток текучей среды в камеру (2) корпуса (1) расходомера.

Выходной канал (10) предназначен для вывода потока текучей среды, вытекающей из камеры (2) корпуса (1) расходомера.

Электронный блок служит для определения, обработки и сохранения значений и результатов обработки значений, которые датчики расхода (4, 5, 6) передают на электронную систему управления. Тип электронного блока допускается варьировать в зависимости от потребностей реализации, кроме того, он не оказывает существенного влияния на данное изобретение. Электронный блок сопрягается с датчиками расхода (4, 5, 6) через физический канал связи. Понятие "физический канал связи" означает соединение посредством одного или нескольких твердых тел, например, штепселей, кабельной проводки, либо беспроводное соединение посредством радиосвязи, например, WiFi (беспроводной интернет), Bluetooth. Электронный блок допускается устанавливать, как на наружной стороне корпуса (1) счетчика, так и внутри корпуса.

Внутри входного канала (9) расходомера допускается устанавливать фильтр грубой очистки, который служит для очистки текучей среды от инородных тел, которые могут загрязнить и повредить датчики расхода (4, 5, 6) либо устройство подготовки потока (8).

Кроме того, внутри входного канала (9) допускается устанавливать запорный клапан, обеспечивающей блокировку потока среды на основании сигнала, поступающего от электронного блока.

Дополнительный датчик обнаружения утечек среды служит для безопасного выявления утечки среды из счетчика, т.е. он инициирует срабатывание запорного клапана и тем самым прерывает подачу среды внутрь расходомера. Настоящий датчик имеет существенное значение для обеспечения производственной безопасности горючих сред, утечка которых может повлечь за собой аварию с тяжелыми последствиями. Выявление утечки и блокировка потока среды также осуществляются независимо от расходомера.

Датчик расхода (6) представляет собой измеритель (датчик, расходомерную трубку) объемного расхода или скорости потока любого принципа действия. Датчик размещается в центре цилиндрической камеры (2) корпуса (1) расходомера таким образом, что измеряемая среда по входному каналу (9) проходит через устройство подготовки потока (8), рассекается на множество потоков, далее проходит через камеру (2), обтекает выступ (3), объединяется в центре камеры (2) в единый равномерный стабильный поток, который проходит через датчик расхода (6) и через выходной канал (10) выходит из расходомера. В качестве датчика расхода (6) могут применяться любые известные измерители расхода или скорости потока объемного или массового принципа действия (турбинные, роторные, анемометрические и т.д.) с размерами, соответствующими размерам внутренней камеры (2) корпуса (1) расходомера, в связи с чем необходимость дальнейшего описания этого датчика расхода (6) отсутствует. В любом случае, датчик расхода (6) фиксирует данные, которые прямо или косвенно указывают на объем среды, проходящей по трубе и через расходомер.

Одновременно с этим, при прохождении потока через датчик расхода (6), осуществляется измерение скорости потока ультразвуковым методом. Ультразвуковые датчики (4), (5) размещены таким образом, что оптический канал между ними проходит через центральную ось датчика расхода (6), не оказывая влияния на его работу (фиг. 4). Такое размещение ультразвуковых датчиков (4), (5) и датчика расхода (6) обеспечивают ряд преимуществ: наиболее благоприятные условия измерения ультразвуковым методом, компактность размещения датчиков в корпусе расходомера и, как результат, малые габариты всего расходомера и его высокие метрологические характеристики.

Реализация двух методов обеспечивает возможность измерений скорости потока и расхода текучей среды в широком диапазоне. Так, например, термоанемометрический метод обеспечивает высокоточные измерения в диапазонах скоростей потока от 0,03 до 0,5 м/с. Ультразвуковой метод может обеспечить измерения расхода в диапазоне скоростей от 0,1 до 30 м/с. Таким образом, соотношение минимального и максимального измеряемых расходов может достигать значения 1:1000. Дополнительным преимуществом реализации двух методов является возможность сравнения результатов измерений, полученных различными методами. Настоящий процесс реализуется в средней части диапазонов, т.е. на данном участке оба метода демонстрируют эффективность.

Измерительные сигналы, полученные от датчиков расхода различного принципа действия, принимаются и обрабатываются электронным блоком расходомера с последующим формированием сигнала, пропорционального объемному расходу рабочей среды. Выбор метода измерения во время работы расходомера в зависимости от скорости потока, а также обработка и запись (запоминание) результатов осуществляется в электронном блоке расходомера в соответствии с алгоритмами, записанными в его память.

На фиг. 3 показан второй вариант исполнения широкодиапазонного расходомера во врезной секции, при этом (на фиг. 3) отсутствуют электронный блок, фильтр грубой очистки, запорный клапан, датчик-рецептор утечек среды, а также устройство подготовки потока (8) и переходное устройство (7) внутри перехода от входного канала (9) к внутренней камере (2) и от внутренней камеры (2) к выходному каналу (10). В этом варианте исполнения в качестве корпуса (1) используется врезная секция (участок трубопровода с фланцами), образующая внутреннюю камеру (2). В центральной части внутренней камеры (2) находится обтекатель (3), внутри которого установлен ультразвуковой датчик расхода (4). Другой ультразвуковой датчик (5) размещается после датчика расхода (6) (по направлению движения потока) у его выходного отверстия. Принцип действия данного варианта исполнения расходомера полностью идентичен варианту, приведенному на фиг. 1. То есть измеряемый поток через входной канал (9) попадает во внутреннюю камеру (2), диаметр которой многократно превышает диаметр входного канала (9). При этом поток рассекается посредством устройства подготовки потока (8). Далее поток огибает обтекатель (3), проходит через датчик расхода (6), протекает через переходное устройство (7) и через выходной канал (10) вытекает из расходомера. Измерение расхода среды может осуществляться одним из методов в зависимости от скорости потока.

На фиг. 4 показан вариант исполнения широкодиапазонного расходомера, в котором датчик расхода (6) расположен в дополнительной трубке (11), обеспечивающей обходной канал прохождения измеряемой среды. Трубка (11) служит в качестве проточного обходного канала для измеряемой среды. В остальном, принцип действия данного варианта исполнения расходомера и его принципиальная конструкция идентичны варианту исполнения на фиг. 1. Трубка (11) имеет воронкообразное отверстие, которое аналогично отверстию датчика расхода (6).

В данном варианте исполнения расходомера измеряемая среда сперва заходит во входной канал (9). Затем среда поступает во внутреннюю камеру (2), диаметр которой многократно превышает диаметр входного канала (9), протекает через устройство подготовки потока, затем вдоль пространства, которое сформировано внутренней поверхностью стенок корпуса (1) и наружной поверхностью датчика расхода (6), обходит обтекатель (3), следуя геометрии последнего. Затем поток среды рассекается. Часть потока, как и в предыдущем варианте исполнения, протекает через внутреннее пространство датчика расхода (6) и вытекает наружу через выходной канал (10) расходомера. Другая часть потока протекает через дополнительный обходной канал. Данный обходной канал представляет собой пространство, сформированное между наружной поверхностью датчика расхода (6) и внутренней поверхностью трубки (11). Данный обходной канал имеет преимущества в том случае, если участок измеряемого потока является, либо существенно расширенным, либо смещенным, однако, без изменения конструктивного размера датчика расхода (6) и конструкции трубопроводов потока среды.

В качестве дополнительных альтернативных вариантов широкодиапазонного расходомера текучей среды возможны следующие исполнения:

расходомер, в котором применяются два идентичных процесса для измерения потока текучей среды;

упрощенное исполнение, в котором применяется только один процесс измерения скорости потока. В данном случае интегрируется полая трубка в форме (конфигурации), которая аналогична форме датчика расхода (6).

Такие упрощенные варианты исполнения возможны в том случае, если потребитель не имеет потребности в широком диапазоне измерения потока среды.

Преимуществами изобретения являются следующие технические решения:

наличие обтекателя (3) в центральной части одного из оснований внутренней камеры расходомера или обтекателя, расположенного вблизи одного из оснований внутренней камеры (2), который благодаря определенной форме (колокол, сфера или каплевидная форма) обеспечивает сужение и формирование потока в центральной части камеры (2) на входе датчика расхода (6), а также повышение скорости потока среды;

наличие переходного устройства (7), которое позволяет применять датчик объемного расхода или анемометр любой марки с любым принципом действия и различными установочными размерами в качестве датчика расхода (6);

применение датчиков расхода (6) различного принципа измерения (принципа действия), позволяют выбирать такие конструктивные размеры датчиков расхода (6), которые обеспечивают наличие площади поперечного сечения внутренней камеры (2) большого размера;

крупногабаритная площадь камеры поперечного сечения (2) обеспечивает незначительные потери давления среды внутри расходомера;

поскольку площадь поперечного сечения внутренней камеры (2) расходомера на порядок (в опти-

мальном случае не менее чем в 10 раз) превышает площадь поперечного сечения входного канала (9) расходомера, скорость движения потока измеряемой среды снижается существенным образом, после поступления потока через входной канал (9) во внутреннюю камеру (2). В конечном счете скорость потока становится равномернее и стабильнее. Данное решение обеспечивает благоприятные условия для высокоточного измерения скорости потока и, дополнительно, снижает степень влияния внешних возмущающих факторов. Таким образом, расходомер почти полностью потеряет чувствительность к возмущающим помехам, которые образуются внутри трубопровода вследствие локального сопротивления;

поскольку заявленный расходомер имеет датчики расхода (4, 5, 6), которые используют два различных измерительных процесса, и общий измерительный канал, компактно расположенный внутри камеры 2, достигается широкий диапазон измерений с соотношением минимального измеряемого расхода к максимальному 1:1000 и более.

Таким образом, результатом настоящего изобретения является расходомер жидкостей и газов со значительно расширенным диапазоном измерений. Настоящий расходомер обеспечивает высокие метрологические характеристики. При этом он отличается компактностью, малыми габаритными размерами и нечувствительностью к возмущениям измеряемой среды на входе. Применение двух принципов (методов) измерения также позволяет осуществлять проверку работы расходомера сравнением этих двух методов в средней части диапазона, там, где имеется перекрытие результатов измерений, полученных различными методами, что обеспечивает более высокую достоверность результатов измерений.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Расходомер текучей среды, содержащий корпус (1), включающий входной канал (9), выходной канал (10) и ультразвуковой датчик расхода (4, 5), включающий по крайней мере первый (4) и второй (5) детекторы, датчик расхода (6) объемного или массового принципа действия, причем датчик расхода (6), входной (9) и выходной каналы (10) соединены по текучей среде таким образом, чтобы текучая среда, поступающая через входной канал (9), проходила через датчик расхода (6) и истекала из выходного канала (10), причем первый и второй детекторы (4, 5) расположены по обе стороны от датчика расхода (6), при этом датчик расхода (6) обеспечивает возможность распространения ультразвукового сигнала между первым и вторым ультразвуковыми датчиками расхода (4, 5), причем во входном канале (9) перед первым детектором (4) установлен обтекатель (3) таким образом, чтобы формировать равномерный стабильный поток за первым детектором (4), который проходит через датчик расхода (6).

2. Расходомер текучей среды по п.1, отличающийся тем, что внутренняя камера (2) корпуса (1) выполнена в форме цилиндра, эллиптической трубки или прямоугольного параллелепипеда, одно из оснований которого является закругленным, а поперечная площадь сечения внутренней камеры (2) многократно превышает площадь поперечного сечения входного канала (9) расходомера и выходного отверстия датчика расхода (6).

3. Расходомер текучей среды по п.2, отличающийся тем, что внутренняя камера (2) имеет закругленное основание, в центральной части которого расположен обтекатель (3), выполненный в форме колокола или сферы.

4. Расходомер текучей среды по п.1, отличающийся тем, что первый ультразвуковой датчик расхода (4) расположен внутри обтекателя и/или второй ультразвуковой датчик расхода (5) расположен в нижнем основании внутренней камеры (2) после выходного отверстия датчика расхода (6), при этом ультразвуковой(-ые) датчик(-и) расхода расположен(-ы) таким образом, что акустический канал проходит через центральную ось датчика расхода (6).

5. Расходомер текучей среды по п.1, отличающийся тем, что датчик расхода (6) расположен по центру оси внутренней камеры и формирует сигнал, пропорциональный скорости потока среды, а в качестве датчика расхода (6) использован измеритель расхода или скорости потока объемного или массового принципа действия, соответствующий конструктивному размеру внутренней камеры (2).

6. Расходомер текучей среды по п.1, отличающийся тем, что он выполнен с возможностью применения двух различных способов измерения, один из которых характеризуется высокой степенью эффективности на нижнем участке диапазона расхода, а другой характеризуется высокой эффективностью на верхнем участке диапазона расхода, и обеспечивает проведение измерений в широком диапазоне с соотношением минимального измеряемого расхода к максимальному 1:1000 и более, при этом контроль работоспособности расходомера осуществляется путем проведения измерений на среднем участке диапазона расхода и проверки результатов измерений, определенных различными способами путем сравнения.

7. Расходомер текучей среды по п.1, отличающийся тем, что он содержит трубопровод (11) образующий дополнительный проточный обходной канал, который сформирован между наружной поверхностью датчика расхода (6) и внутренней поверхностью дополнительного трубопровода (11), за счет чего осуществляется разделение потока измеряемой текучей среды, при этом часть потока протекает через внутреннее пространство датчика расхода (6), а другая часть потока протекает через дополнительный проточный обходной канал.

8. Расходомер текучей среды по п.2, отличающийся тем, что переходное устройство (7) во внутрен-

ней камере (2) расположено в центре основания корпуса (1).

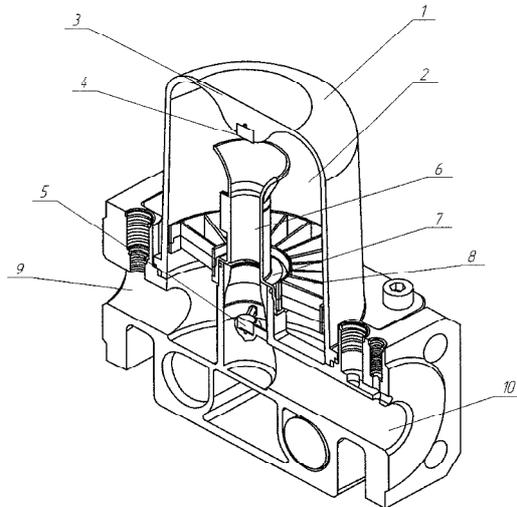
9. Расходомер текучей среды по п.1, отличающийся тем, что содержит устройство подготовки потока (8), выполненное в форме решетки и расположенное на основании внутренней камеры (2).

10. Расходомер текучей среды по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что он содержит внутри корпуса (1) датчик-рецептор утечек среды, соединенный с электронным блоком и/или запорным клапаном.

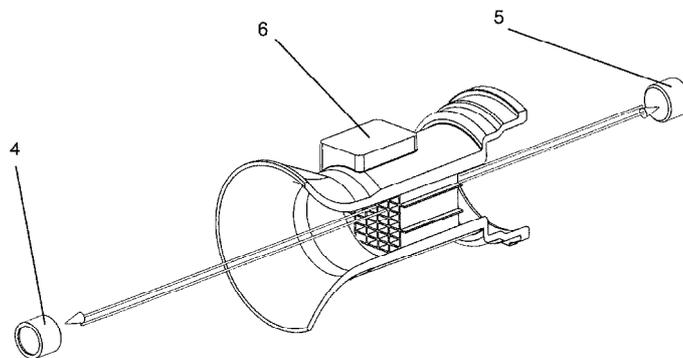
11. Расходомер текучей среды по любому из пп.1-10, отличающийся тем, что впускное отверстие датчика расхода (6) имеет воронкообразную форму и соединено с обтекателем (3), формирующим поток среды.

12. Расходомер текучей среды по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что датчик расхода (6) и переходное устройство (7) выполнены согласуемыми, при этом переходное устройство согласуется в соответствии с применяемым датчиком расхода (6).

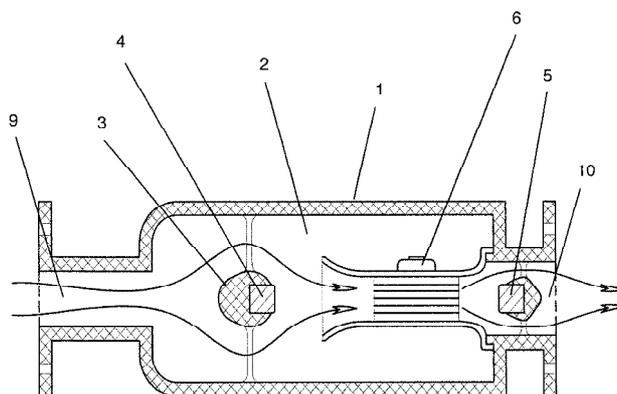
13. Расходомер текучей среды по любому из пп.1-12, отличающийся тем, что внутри входного канала (9) стационарно установлен фильтр грубой очистки.



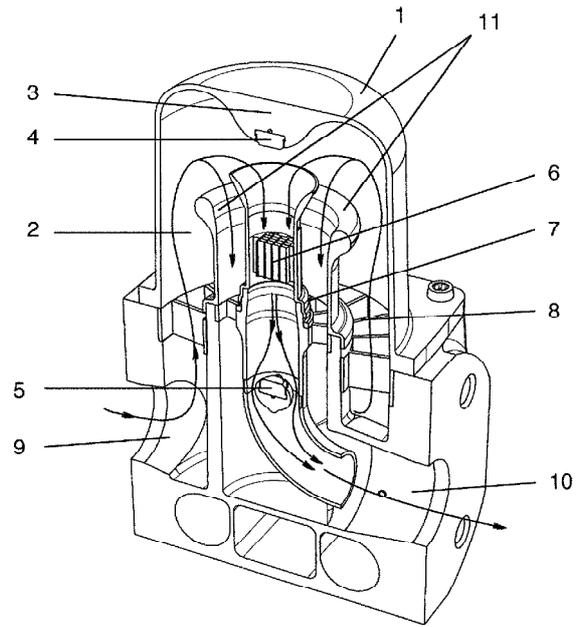
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

