

Изобретение относится к области приборостроения, а именно к устройствам для измерения расхода жидких и газообразных сред, и может быть применено в нефтяной, газовой и энергетической промышленности.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является вихревой расходомер, содержащий установленное в трубопроводе перпендикулярно его оси тело обтекания, содержащее внутри индуктивный узел съема сигнала и цилиндрическую камеру, сообщающуюся двумя каналами, выведенными на противоположные стороны тела обтекания с областью вихреобразования, при этом один из каналов в теле обтекания сообщен с цилиндрической камерой через кольцевую камеру, расположенную концентрично цилиндрической камере и отделенную от нее перегородкой с прорезями, выполненными симметрично относительно этого канала, а в цилиндрической камере свободно размещен чувствительный элемент, выполненный в виде тонкого диска. Прорези выполнены по всей высоте перегородки. Чувствительный элемент, выполненный в виде тонкого диска, имеет плоскую форму и плоской частью обращен в сторону индуктивного узла съема сигнала. Из цилиндрической камеры через прорези в перегородке в кольцевую камеру свободно проходит жидкость в момент нахождения диска в положении, соответствующем минимальному его расхождению от индуктивного узла съема сигнала [1].

Недостатками прототипа являются пониженные порог чувствительности и точность регистрации движения жидкости по трубопроводу, поскольку через прорези в перегородке жидкость свободно протекает в кольцевую камеру, отдавая лишь часть своей энергии движению чувствительному элементу, а большая часть энергии жидкости "уходит" вместе с протекающей жидкостью в кольцевую камеру. Кроме того, через цилиндрическую камеру осуществляется свободное движение жидкости, что способствует попаданию в нее различных примесей, содержащихся в жидкости, и засорению камеры. Последующее промывание камеры не исключает временных погрешностей в работе, снижающих точность расходомера. Кроме того, при увеличении вязкости измеряемой среды или наличии в ней клейких веществ диск в крайнем положении, соответствующем минимальному его расхождению с индуктивным узлом съема сигнала, "прилипает" к поверхности металла и из этого положения поток жидкости, направляющийся через прорези в перегородке в цилиндрическую камеру, не всегда перебрасывает его в противоположное положение, в результате возникают пропуски импульсов, вызывающие снижение точности измерений.

Такое выполнение известного вихревого расходомера сужает область его применения.

Своевременность необходимости совершенствования вихревого расходомера подтверждается широкой потребностью промышленности в точных и надежных измерительных приборах, например, для дозирования нефтепродуктов, теплоносителя при отоплении помещений и других жидкостей и газов. Повышение точности измерений и чувствительности расходомера позволит, по сравнению с существующими конструкциями, расширить их область применения.

Известным вихревым расходомером невозможно решить задачу, поставленную в заявляемом изобретении, так как, благодаря выполнению прорезей в перегородке на всю ее высоту, а придание чувствительному элементу плоской формы, жидкость свободно проходит из цилиндрической камеры через прорези в перегородке в кольцевую камеру, отдавая лишь часть энергии чувствительному элементу. Кроме того, свободное движение жидкости способствует засорению цилиндрической камеры.

Задачей изобретения является усовершенствование вихревого расходомера, в котором путем изменения формы узла, разделяющего цилиндрическую и кольцевую камеры, за счет увеличения доли энергии жидкости, движущейся по цилиндрической камере, передаваемой чувствительному элементу, из-за ограничения протекания ее через прорези в перегородке в кольцевую камеру, обеспечивается повышение порога чувствительности и точности регистрации движения жидкости по трубопроводу, что расширяет область его применения.

Поставленная задача решается тем, что в вихревом расходомере, содержащем установленное внутри полого цилиндра перпендикулярно его оси тело обтекания, содержащее внутри индуктивный узел и цилиндрическую камеру, сообщающуюся двумя каналами, выведенными на противоположные стороны тела обтекания с областью вихреобразования, при этом один из каналов в теле обтекания сообщен с цилиндрической камерой через кольцевую камеру, расположенную концентрично цилиндрической камере и отделенную от нее перегородкой с прорезями, выполненными симметрично относительно этого канала, а в цилиндрической камере свободно размещен чувствительный элемент, согласно изобретению прорези в перегородке выполнены на половину ее высоты, а чувствительный элемент имеет тарельчатую форму и выпуклой частью обращен в сторону индуктивного узла съема сигнала, при этом края чувствительного элемента загнуты.

Существенными признаками в данном изобретении являются:

- тело обтекания;
- размещение тела обтекания в трубопроводе перпендикулярно его оси;
- индуктивный узел;
- цилиндрическая камера;
- размещение индуктивного узла съема сигнала и цилиндрической камеры внутри тела обтекания;
- сообщение цилиндрической камеры двумя каналами, выведенными на противоположные стороны тела обтекания с областью вихреобразования;
- один из каналов в теле обтекания сообщен с цилиндрической камерой через кольцевую камеру;
- кольцевая камера расположена концентрично цилиндрической камере;
- перегородка с прорезями;
- прорези выполнены симметрично относительно канала;
- прорези выполнены на половину высоты перегородки;
- кольцевая камера отделена от цилиндрической камеры перегородкой с прорезями;
- чувствительный элемент;
- чувствительный элемент выполнен в виде тонкого диска;

- чувствительный элемент свободно размещен в цилиндрической камере;
- чувствительный элемент, выполненный в виде тонкого диска, имеет тарельчатую форму;
- чувствительный элемент выпуклой частью обращен в сторону индуктивного узла съема сигнала;
- края чувствительного элемента, выполненного в виде диска, загнуты с возможностью обеспечения перекрытия прохода из прорезей в перегородке в кольцевую камеру в момент нахождения диска в положении, соответствующем минимальному его расхождению от индуктивного узла съема сигнала.

Новыми существенными признаками являются:

- выполнение прорезей в перегородке на половину ее высоты;
- чувствительный элемент, выполненный в виде тонкого диска, имеет тарельчатую форму;
- чувствительный элемент выпуклой частью обращен в сторону индуктивного узла съема сигнала;
- края чувствительного элемента, выполненного в виде диска, загнуты с возможностью обеспечения перекрытия прохода из прорезей в перегородке в кольцевую камеру в момент нахождения диска в положении, соответствующем минимальному его расхождению от индуктивного узла съема сигнала.

Все новые существенные признаки являются необходимыми и достаточными во всех случаях выполнения вихревого расходомера для решения представленной задачи.

Благодаря выполнению прорезей на половину высоты перегородки и приданию тонкому диску тарельчатой формы/и расположению его выпуклой частью в сторону индуктивного узла, а также степени загиба его краев таким образом, что в момент нахождения диска в положении, соответствующем

минимальному его расхождению от узла съема сигнала, края диска перекрывают проход из прорезей в перегородке в кольцевую камеру, - проявляются два новых существенных явления: во-первых, свободное движение жидкости через цилиндрическую камеру настолько ограничивается, что можно говорить о его отсутствии. Возвратно поступательное движение осуществляет маленькая порция жидкости, окружающая диск, что, в свою очередь, позволяет получить два положительных эффекта - исключается засорение цилиндрической камеры (через нее нет сквозного движения, а потому туда не заносятся твердые частицы), кроме того, даже при слабом вихреобразовании вся энергия жидкости, окружающей диск, затрачивается на то, чтобы попеременно прижимать его то в одно, то в другое крайнее положение, тогда как при свободном протекании через цилиндрическую камеру большая часть энергии жидкости "уходит" вместе с протекающей жидкостью; во-вторых, в случае "прилипания" диска в положении, соответствующем минимальному его расхождению от узла съема сигнала, жидкость, движущаяся через прорези в цилиндрическую камеру, отмывает загнутые края диска, отрывает его, перебрасывая в противоположное положение.

Исключение свободного протекания жидкости через цилиндрическую камеру позволяет повысить чувствительность и точность работы прибора. Благодаря совокупности перечисленных выше известных и новых существенных признаков стало возможным увеличить долю энергии жидкости, попадающей в цилиндрическую камеру, передаваемой чувствительному элементу за счет ограничения протекания ее через прорези в перегородке в кольцевую камеру, что позволяет повысить порог чувствительности и точность регистрации движения жидкости по трубопроводу.

Сущность изобретения поясняется чертежами. На фиг.1 изображен общий вид расходомера в поперечном сечении измерительного участка трубопровода; на фиг.2 - сечение по А-А на фиг.1.

Вихревой расходомер, размещенный на участке трубопровода 1, содержит реле 2 обтекания, установленное перпендикулярно оси трубопровода. Тело 2 обтекания выполнено в виде треугольной, прямоугольной призмы или цилиндра. Внутри тела 2 обтекания выполнены каналы 3, сообщающие область вихреобразования трубопровода с цилиндрической камерой 4, с одной стороны, через кольцевую камеру 5 и прорези 6 в перегородке 7, а с другой стороны через

сменный вкладыш 8. Прорези 6 выполнены на половину высоты перегородки 7 симметрично оси одного из каналов 3 и перпендикулярны этой оси. Перегородки 7 выполнены в сменном вкладыше 8. В цилиндрической камере 4 расположен чувствительный элемент, выполненный в виде свободно расположенного тонкого диска 9 тарельчатой формы. Диск 9 тарельчатой формы выпуклой частью обращен в сторону индуктивного узла 10 съема сигнала, выполненного в виде катушки индуктивности, расположенной в теле 2 обтекания.

Вихревой расходомер работает следующим образом. При движении измеряемой среды в участке трубопровода 1 происходит периодический вихревой срыв потока с тела 2 обтекания и возникает, так называемая, дорожка Кармана. Чередование вихрей с одной стороны и с другой стороны обтекателя вызывает знакопеременное давление измеряемой среды на его боковых гранях. Частота пульсирующего давления пропорциональна величине протекающего объемного расхода. Пульсирующее давление вызывает пульсирующее движение измеряемой среды в каналах 3 тела 2 обтекания. Предположим, что на фиг.1 мы видим в разрезе лобовую часть тела 2 обтекания, встречающую поток измеряемой среды, и в рассматриваемый момент времени срыв вихря происходит справа от тела 2 обтекания. Это вызывает местное повышение давления и проникновение измеряемой среды справа в канал 3, выполненный в теле 2 обтекания и сменном вкладыше 8 и по нему в кольцевую камеру 5. Измеряемая среда увлекает в движение тонкий диск 9 тарельчатой формы, прижимая его к торцовой стенке (ударя о стенку) цилиндрической камеры 4 в положение, соответствующее минимальному расхождению тонкого диска 9 тарельчатой формы с индуктивным узлом съема сигнала 10, который и регистрирует этот момент как сигнал о прохождении вихря измеряемой среды справа. Тарельчатая форма тонкого диска, его ориентация выпуклой частью в сторону индуктивного узла 10 съема сигнала, выполнение прорезей 6 на половину высоты перегородки 7, отделяющую цилиндрическую камеру 4 от кольцевой камеры 5, перекрытие загнутыми краями тонкого диска 9 тарельчатой формы прорезей в перегородке 7 в момент нахождения его в положении минимального расхождения от индуктивного узла 10 съема сигнала ограничивают прохождение измеряемой среды из цилиндрической камеры 4 в кольцевую камеру 5 и по этой причине измеряемая среда почти всю свою энергию отдает на прижатие (удар) тонкого диска 9 тарельчатой формы к торцовой стенке цилиндрической камеры, в результате даже при малой скорости движения измеряемой среды, слабом вихреобразовании и

малом перепаде давления тонкий диск 9 к торцовой стенке прижимается (ударяет по ней), что фиксируется индуктивным углом 10 съема сигнала.

В следующий момент, после прохождения очередной порции измеряемой среды происходит срыв вихря слева от тела 2 обтекания, местное повышение давления и проникновение измеряемой среды через канал 3, кольцевую камеру 5 и прорези 6 в перегородке 7 в цилиндрическую камеру 4. При этом измеряемая среда, захватывая загнутые края тонкого диска 9 тарельчатой формы, перемещает его и прижимает к противоположной торцовой стенке цилиндрической камеры 4 и, поскольку тонкий диск 9 перекрывает собой канал 3 во временном вкладыше 8, вся энергия движения измеряемой среды расходуется на это фиксированное прижатие. При последующем протекании порции измеряемой среды мимо тела 2 обтекания происходит очередной срыв вихря справа, повторяется движение измеряемой среды по каналу 3 во временном вкладыше 8, заканчивающееся четкой фиксацией индуктивным узлом 10 объема сигнала удара тонкого диска 9 тарельчатой формы о торцовую стенку цилиндрической камеры 4. Вероятность засорения цилиндрической камеры 4 и, таким образом, снижения точности уменьшается ввиду ограничения движения сквозь нее измеряемой среды, которая совершает лишь возвратно-поступательное движение. По этой же причине увеличивается чувствительность прибора, поскольку вся энергия возвратно-поступательного движения затрачивается на перемещение диска из одного положения в другое. Таким образом, достигается поставленная в изобретении задача усовершенствования вихревого расходомера, расширения области его применения, повышения порога его чувствительности и точности регистрации движения измеряемой среды по трубопроводу, путем увеличения доли энергии измеряемой среды движущейся по цилиндрической камере, передаваемой чувствительному элементу, за счет ограничения протекания ее через прорези 6 в перегородке 7 в кольцевую камеру 5, что обеспечивается новыми конструктивными признаками - приданием тонкому диску 9 тарельчатой формы, расположением его выпуклой частью в сторону индуктивного узла 10 съема сигнала и выполнением прорезей, в перегородке 7 на половину ее высоты.

Следовательно, предложенный вихревой расходомер возможно использовать для учета расхода жидкостей и газов, при этом повышается его чувствительность и точность в работе.

Проверку работоспособности предложенного расходомера и прототипа осуществляли на предприятии КМ Автвзрывпром. Он был смонтирован на выходном трубопроводе из емкости накопителя жидкого раствора-расплава аммиачной селитры, с целью учета его расхода при отгрузке в автоцистерны, направляющиеся в карьер для изготовления на взрывном блоке растворонаполненных ВВ.

Измеряемая среда (раствор-расплав аммиачной селитры) содержит 0,5-1,0: % загустителя (например, полиакриламида), предотвращающего растворение аммиачной селитры в обводненных взрывных скважинах. Все загустители обладают клеящими свойствами.

Расходомер-прототип постоянно показывал занижение отгруженных из мерной емкости объемов раствора-расплава аммиачной селитры. Кроме того, наблюдалась некоторая нестабильная цикличность занижения его показаний. Например, первоначально погрешность была значительной, затем она резко возросла, достигая 10%, затем опять становилась незначительной, но все время в меньшую сторону. В одном из случаев возрастания погрешности измерения прибор был демонтирован и разобран.

В цилиндрической камере был обнаружен сгусток полиакриламида, ограничивающий движение диска. Следует понимать, что при последующем вымывании его из цилиндрической камеры точность прибора возрастает. Вызывается это отрицательное явление тем обстоятельством, что расходомер-прототип конструктивно изготовлен таким образом, что жидкость помимо возвратно-поступательного движения совершает сквозное движение, через цилиндрическую, кольцевую камеры и прорези, но

лишь в одном направлении, именно из цилиндрической камеры к прорезям в перегородках, поскольку при возвратном движении жидкости диск перекрывает канал 3 во вкладыше. Такое одностороннее движение жидкости "засасывает" через каналы 3 в цилиндрическую камеру различные частицы, содержащиеся в измеряемой среде, засоряющие на время цилиндрическую камеру и снижающие точность измерений.

В таблице представлены усредненные результаты испытаний предлагаемого расходомера и прототипа, свидетельствующие, что с увеличением процентного содержания примесей в измеряемой жидкости точность измерений расходомером-прототипом снижается. Особенно сильно это сказывается при уменьшенных скоростях ее движения, тогда как заявляемый расходомер в этих условиях работал без сбоев.

Преимущества предложенного вихревого расходомера заключаются в том, что при использовании изобретения повышается его порог чувствительности и точность регистрации движения жидкости по трубопроводу за счет ограничения протекания жидкости через прорези в перегородке в кольцевую камеру путем увеличения доли энергии жидкости, движущейся по цилиндрической камере, передаваемой чувствительному элементу. Указанные преимущества расширяют его область применения на больший диапазон скоростей движения жидкости.

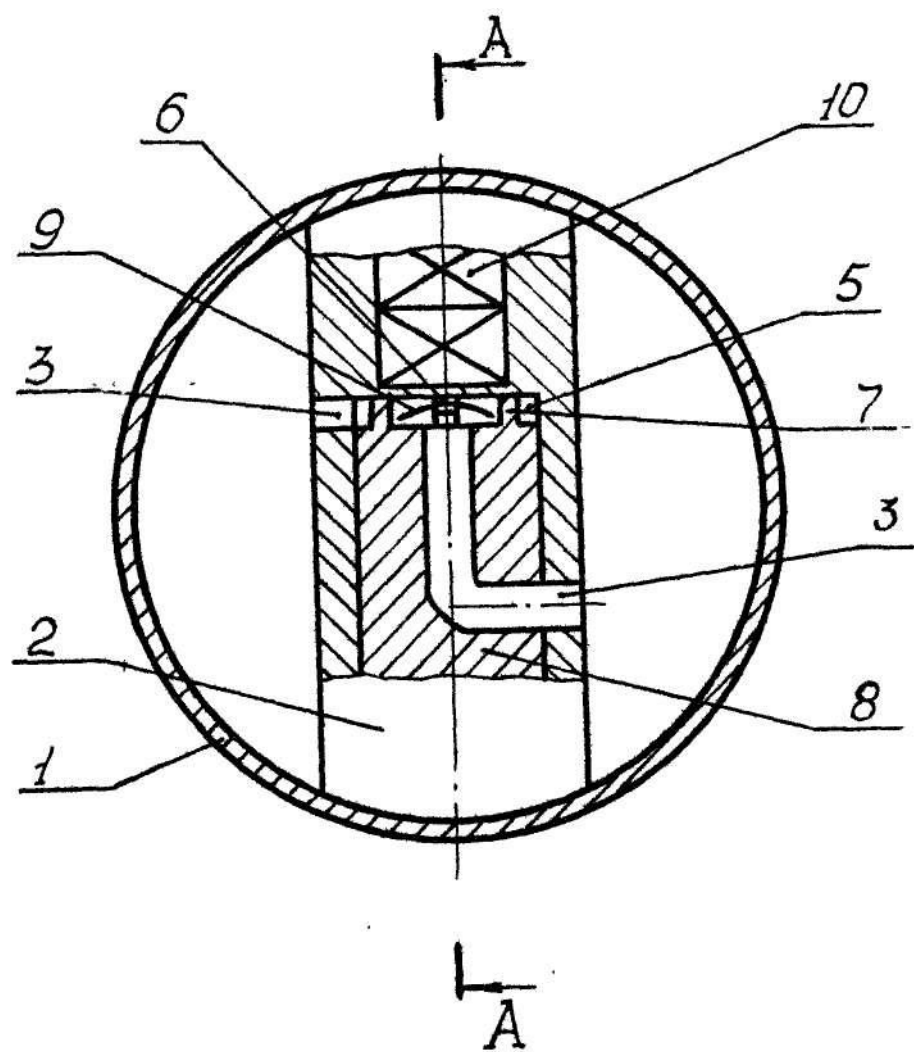
Предлагаемый вихревой расходомер надежен в работе и долговечен, поскольку не содержит вращающихся частей, кроме того, в нем упрощена проверка его точности, которая осуществляется без его полного демонтажа измерением степени износа тела обтекания потоком жидкости после длительного срока эксплуатации, а также он имеет большую чувствительность и точность измерения. Для его изготовления используют обычную и частично нержавеющую сталь, а также новое металлообрабатывающее оборудование.

Результаты испытаний предложенного вихревого расходомера и прототипа

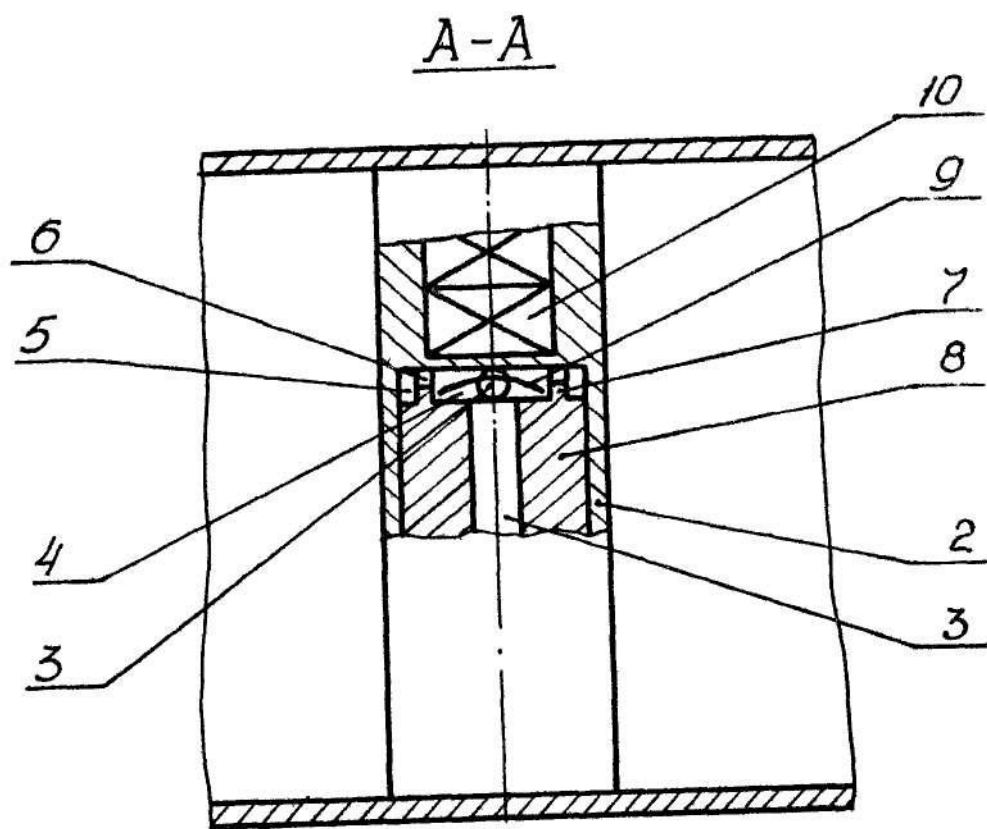
Скорость движения жидкости, м/с	Усредненная погрешность в определении объема жидкости в мерной емкости при концентрации в ней полиакриламида, %							
	Заявляемым расходомером				Прототипом			
	0,5	0,75	1,0	1,25	0,5	0,75	1,0	12,5
0,5	1,01	1,07	1,05	1,02	3,02	3,58	3,96	4,51
0,75	1,00	0,92	0,97	0,94	2,72	3,29	3,70	4,19
1,0	0,93	0,90	0,88	0,96	2,56	3,01	3,42	3,90

Продолжение таблицы

Скорость движения жидкости, м/с	Усредненная погрешность в определении объема жидкости в мерной емкости при концентрации в ней полиакриламида, %							
	Заявляемым расходомером				Прототипом			
	0,5	0,75	1,0	1,25	0,5	0,75	1,0	12,5
1,25	0,81	0,85	0,79	0,87	2,23	2,72	3,15	3,62
1,50	0,80	0,81	1,02	0,92	1,98	2,43	2,88	3,34
1,75	0,79	0,88	0,89	0,82	1,77	2,12	2,60	3,02
2,0	0,80	0,82	0,95	0,83	1,51	1,84	2,32	2,74



Фиг. 1.



Фиг. 2.