

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ РЕАЛИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ ТУРБИННОГО УЗЛА СЧЕТЧИКА РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА

Рахимбердиева С.Р.

Научный руководитель: Смирнова С.В. к.т.н., доцент

Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева,
420111, г. Казань, ул. Карла Маркса, 10

E-mail: SondraR@SSS.com

В настоящее время существует огромное количество расходомеров-счетчиков газа бытового применения, и с каждым годом их число увеличивается. В то же время очень трудно достичь поставленных задач для получения необходимого качества работы и требуемых характеристик расходомера-счетчика газа. В отличие от многообразия промышленных счетчиков газа, в жилищно-коммунальных структурах их номенклатура весьма ограничена. В основном применяются камерные и диафрагменные расходомеры-счетчики газа, но они, к сожалению, не могут обеспечить выполнения основных требований к измерению расхода газа: достаточно большой диапазон измерения газа, низкий порог чувствительности.

Для коммунального хозяйства и точность, и диапазон измерения имеет огромное значение, так как от этого зависят и потребители, и поставщики газа. Если не будут выдерживаться требования к точности измерения датчика газа, то одна из сторон будет в убытке, что не желательно. Поэтому разработка датчиков газа, основанных на новых методах измерения очень актуальна. Для увеличения точности измерения и безопасности использования расходомеров-счетчиков газа, их конструкция дополняется плотностными корректорами и датчиками утечки газа. В настоящее время наиболее перспективным является турбинный расходомер газа, так как его точностные параметры наивысшие.

Турбинные расходомеры состоят из двух основных узлов – турбинки, скорость движения которой пропорциональна объемному расходу, и тахометрического преобразователя, вырабатывающего измерительный сигнал, обычно частоту электрических импульсов, пропорциональную частоте вращения турбинки. Турбинные преобразователи расхода могут быть с осевой и тангенциальной турбинкой. У первых лопасти расположены по винтовой линии, а ось вращения совпадает с направлением потока газа. У вторых ось

вращения перпендикулярна к направлению потока, а прямые лопасти расположены радиально по отношению к оси. Их существенные достоинства – быстроедействие, высокая точность и большой диапазон измерения. Основным недостатком турбинных расходомеров заключается в изнашивание опор. Срок службы турбинного преобразователя зависит, главным образом, от опорных узлов, работающих в тяжелых условиях (очень высокие скорости вращения, отсутствие смазки, возможность динамических перегрузок). [1]

Основной частью в турбинном расходомере является турбинка, элементы которой определяют точность измерения, линейность характеристики, диапазон измерения.

Диапазон работы турбинки можно увеличить, а нижний предел измерения уменьшить за счет снижения трения в подвеске при вертикальном положении оси вращения турбинки в набегающем снизу газовом потоке.

На рисунке 1 приведена схема расходомера газа по массе, который состоит из корпуса 22 с входным и выходным каналами, содержащими защитные сетки-фильтры и дефлекторы (на рисунке 2.1 не показаны), узла радиально-осевой турбинки с вертикальной осью вращения, выполненной в виде вала 1 с цапфами, которые опираются на каменные упорно-опорные подшипники, кожуха 17 узла турбинки в виде стакана-демпфера с чередующимися пазами окнами, на котором закреплена оптоэлектронная пара 15 (светодиод-фотоприемник), полости 11 размещения электронных элементов, цифрового индикатора 12 и оптического окна 13 для снятия показаний.

Турбинка состоит из верхней 7 и нижней 4 конических частей каркаса, включающего цилиндрическую часть 19 с профилированными по высоте окнами 2, в створе которых установлены лопатки 6, юбку-демпфер 3 и наружное кольцо 8 крепления лопаток 6.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ РЕАЛИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ ТУРБИННОГО УЗЛА СЧЕТЧИКА РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА

На конических частях каркаса 7 и 4 установлены осевые подшипники скольжения 16, позволяющие перемещаться турбинке вдоль оси вращения. С целью расширения линейного диапазона работы расходомера и снижения нагрузки на упорно-опорные подшипники на верхней 7 конической части каркаса турбинки установлен миниатюрный кольцевой магнит, выполненный из высококоэрцитивного

материала, а также кольцевые магниты, установленные неподвижно на верхнем и нижнем доньшках кожуха 17 узла турбинки. Магниты размещены одноименными полюсами встречно и вызывают отталкивающие силы, направленные в противоположные стороны, тем самым повышают жесткость (понижают чувствительность) цепи отрицательной обратной связи.

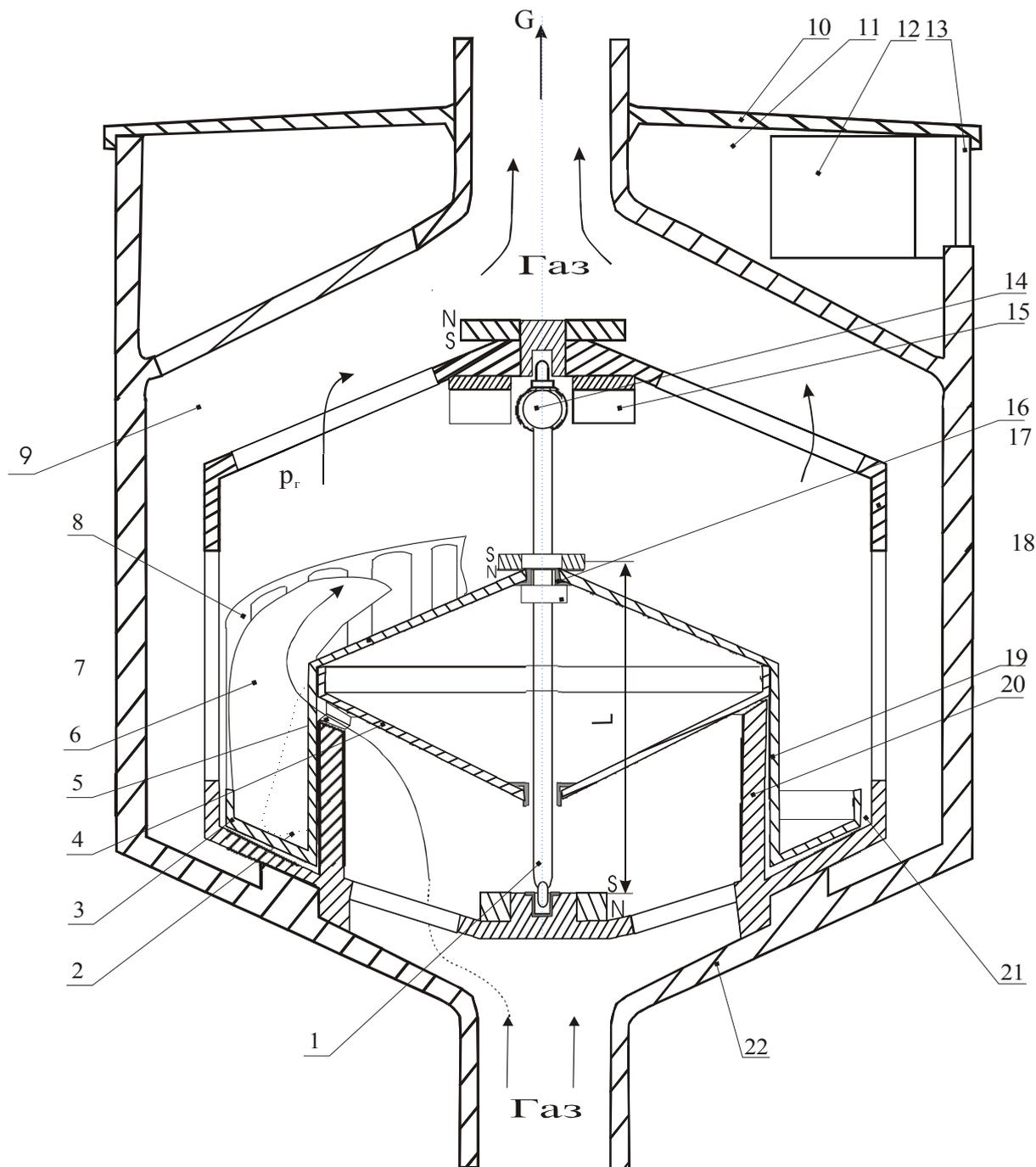


Рисунок 1– Схема расходомера – счетчика газа по массе без корректора плотностной поправки

Патрубок 20 концентрически соединен с кожухом 17 и образует в нижней части кольцевую демпфирующую камеру 21. Демпфирование позволяет уменьшить осевые колебания турбины и предохраняет ее от ударов при резком прекращении расхода газа.

На коническом срезе патрубка 20 выполнены в виде пазов 5 дополнительные щелевые сопла, скошенные в тангенциальном направлении вращения турбины, позволяющие при малых расходах газа извлечь максимально возможную часть его кинетической энергии. В случае, когда перекрыто основное кольцевое сопло, образованное верхней частью патрубка 20 совместно с нижней конической частью каркаса турбины, газ направляется через щелевые сопла 5 и профилированные окна 2 на лопатки 6, лобовая часть которых находится в створе окон. Траектория движения газа показана стрелками.

При весьма малых расходах газа турбина под действием силы F_T тяжести находится в крайнем нижнем положении, опираясь своим верхним подшипником 11 на керн 14. В этом положении основное сопло практически оказывается закрытым из-за весьма малого размера кольцевой щели между конфузором и коническим диском 7 ступицы. Малый расход газа используется для формирования одним или двумя (в зависимости от углового положения турбины) дополнительными щелевыми соплами, образованными пазами 5, через окна во внутреннем кольце 18 плоских газовых струй, направленных на радиальные части лопаток. При расходах газа порядка $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$ газодинамические силы на лопатках формируют вращающий момент, превосходящий момент сил трогания, обусловленный трением и несбалансированностью турбины, что вызывает ее вращение. При установившейся частоте вращения турбины вращающий момент уравновешивается газодинамическим моментом торможения, включая моменты сил вязкостного трения, а также составляющей сил сухого трения и несбалансированности турбины.

Дальнейшее повышение расхода газа приводит к перемещению турбины и увеличению частоты ее вращения за счет соответствующего перераспределения или изменения скважности пневматических импульсов при увеличении протяженности профилированных окон по отношению к протяженности закрытой (глухой) цилиндрической части каркаса турбины, а также увеличению

активного числа дополнительных сопел, вступающих в работу. С увеличением открытой части окон, расположенных выше среза кольцевого конического патрубка 16, интенсивность работы основного кольцевого сопла заметно возрастает, вступает в работу и входной дефлектор (на рис. не показан). [2]

Площадь ступицы турбины выбрана достаточно большой, порядка 10 см^2 , поэтому даже при малом перепаде давлений, например, в 25 Па (2,5 мм вод. ст.) потеря в весе турбины составит почти $\sim 30 \text{ мН}$ (3 Г), тем самым, заметно уменьшится трение в опоре. Вес турбины составляет менее 4 Г (без магнита), а при использовании магнитной подвески может быть доведен до необходимого значения, что позволяет обеспечить необходимую выходную характеристику турбины. [2]

За счет совмещения двух принципов измерения турбинного и ротаметрического диапазонов измерения расхода газа увеличился до $6 \text{ м}^3/\text{ч}$. При малых расходах газа, порядка $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$, газодинамические силы на лопатках формируют вращающий момент, превосходящий момент сил трогания, обусловленный трением и несбалансированностью турбины, что вызывает ее вращение. Площадь ступицы турбины (2) выбрана достаточно большой, порядка 10 см^2 , поэтому даже при малом перепаде давлений, например, в 25 Па потеря в весе турбины составит почти 30 мН (3 г), тем самым, заметно уменьшается трение в опоре. Вес турбины составляет менее 4 г (без магнита), а при использовании магнитной подвески доводится до необходимого значения, что позволяет обеспечить необходимую выходную характеристику турбины. Лопатки (1) турбины закреплены под изменяющимися углами относительно осевого и радиального направлений турбины. При этом нижняя часть лопаток оказывается радиальной относительно направления потока газа, а верхняя - осевой. Для увеличения точности измерения и безопасности конструкция дополняется плотностными корректорами и датчиками утечки газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Под. ред. Кремлевского П.П. Расходомеры и счетчики количества. М.: Машиностроение, 2004. – 409 с., ил.
2. Ференц В.А., Голубович С.В. и др., патент №2134405. Расходомер-счетчик газа. 10.08.1999г. Бюл. №22