

Исследование основной относительной погрешности ротационных и турбинных счетчиков газа

Т.В. Ефремова, И.В. Сухов

Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета

Аннотация: Приводятся результаты поверки турбинных и ротационных счетчиков газа, применяемых в качестве средств измерения в системах газоснабжения промышленных предприятий. Дается анализ результатов поверки и пути повышения срока эксплуатации газовых счетчиков.

Ключевые слова: учет расхода газа, счетчик газа, поверка, основная относительная погрешность, расход газа

Необходимость повсеместного коммерческого учета расхода газа закреплена в Федеральном законе № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Установка приборов учета во всех системах газоснабжения повышает унифицированность расчетов за потребленный газ и обеспечивает возможность для его реальной экономии, прежде всего - за счет количественной оценки эффекта от энергосберегающих мероприятий и позволяет определить потери газа на пути от источника до потребителя [1-3].

К основным требованиям, которые предъявляются к приборам коммерческого учета, относятся высокая точность измерения во всем диапазоне изменения физических величин, надежность работы в соответствующем температурном диапазоне, стабильность показаний в течение межповерочного интервала, автономность работы, возможность архивирования и передачи информации, простота обслуживания [4, 5].

В системах газоснабжения промышленных предприятий, как правило, применяют ротационные и турбинные счетчики, отвечающие требованиям коммерческого учета расхода газа значительных объемов. Такие счетчики имеют ряд неоспоримых преимуществ: энергонезависимость, долговечность,

контроль работоспособности по перепаду давления до и после счетчика и т.д. При этом ротационные счетчики могут работать при входном давлении до 7,5 МПа, турбинные – до 10 МПа. Ротационные счетчики требуют достаточно высокую степень очистки измеряемого газа (степень фильтрации не хуже 0,07 мм), турбинные счетчики хорошо работают при транспортировке газа с меньшей степенью очистки. Ротационные счетчики имеют меньшие габариты по сравнению с турбинными, не требуют прямолинейных участков для выравнивания потока до и после себя, но более шумные по сравнению с турбинными счетчиками [6, 7].

Для обеспечения достоверности показаний счетчиков за весь период эксплуатации через определенный промежуток времени проводится поверка. Срок поверки устанавливает завод-изготовитель. Так, у ротационных счетчиков RVG, RABO и DELTA срок поверки составляет 5 лет, а у счетчика РСГ – 6 лет. Турбинные счетчики характеризуются большим разбросом значений поверочного срока: счетчики СГ 16МТ – 3 года, СТГ – 6 лет, TZ FLUXI и ТЗ – 8 лет, а TRZ – 10 лет. Поэтому владельцам систем газоснабжения с учетом расхода газа надо внимательно следить за периодом эксплуатации установленного счетчика и вовремя отдавать его на проведение поверки [8].

Поверка счетчиков проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 8.324-2002. В качестве поверочной среды используется воздух. Поверку счетчиков можно проводить как для одного счетчика, так и партиями (до 7 штук одновременно). Согласно ЛГТИ. 421324.001 принцип действия поверочных установок (далее УПГ) основан на сравнении показаний поверяемого счетчика газа и эталонных счетчиков, входящих в конструкцию установки, полученных при измерении объемного расхода газа. УПГ являются измерительно-вычислительными устройствами. Схема УПГ представлена на рис. 1.

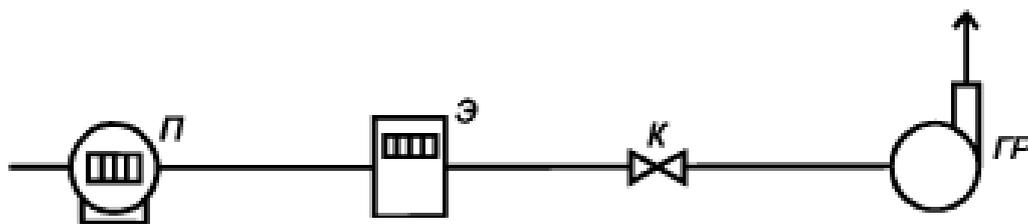


Рис. 1– Схема поверочной установки: П – поверяемый счетчик;
Э – эталонный счетчик; К –запорное устройство (кран); ГР – генератор
расхода газа (компрессор)

В качестве поверяемых в исследованиях участвовали 24 счетчика различных марок, наиболее часто применяемых в промышленных системах газоснабжения: 11 ротационных и 13 турбинных. В качестве эталонных применялись четыре счетчика, соответствующие требованиям ПР 50.2.019-2006 и работающие в различных диапазонах расхода газа: ротационный RVG G65 и турбинные TRZ G160, G 250 и G 2500. Эталонные счетчики определяли исследуемые параметры в пяти контрольных точках для каждого счетчика. Тип эталонного счетчика для каждой контрольной точки определялся в зависимости от пропускной способности поверяемого счетчика.

При исследовании счетчиков в контрольных точках задавался следующий расход воздуха: КТ № 1 – $(95 \pm 2) \% Q_{\max}$; КТ № 2 – $(50 \pm 2) \% Q_{\max}$; КТ № 3 – $(20 \pm 2) \% Q_{\max}$; КТ № 4 – $(10 \pm 2) \% Q_{\max}$; КТ № 5 – $(5 \pm 2) \% Q_{\max}$.

Результатом поверки счетчика газа является определение его основной относительной погрешности. Величина основной относительной погрешности счетчика газа на заданных испытательных расходах вычислялась в соответствии МИ 2246-93 по формуле:

$$\varepsilon = \frac{V_n - V_s}{V_s} 100\%,$$

где V_n – объём испытательной среды (воздуха), приведённый к стандартным

условиям, прошедший через поверяемый счётчик за определённый (контрольный) интервал времени, m^3 ;

V_0 – объём испытательной среды (воздуха), приведённый к стандартным условиям, прошедший через эталонный счётчик за определённый (контрольный) интервал времени, m^3 .

Значение допускаемой основной относительной погрешности определяется заводами-изготовителями. Причем этот показатель, как правило, имеет различные значения в разных диапазонах расхода газа. Так, например, для счетчиков RVG, RABO и TRZ значения допустимой относительной погрешности составляют $\pm 2\%$ при расходе газа от Q_{\min} до $0,1Q_{\max}$ и $\pm 1\%$ от $0,1Q_{\max}$ до Q_{\max} .

Результаты поверки показали, что, несмотря на максимальное значение допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне малых расходов газа ($\pm 2\%$), большинство счетчиков, не прошедших поверку, именно при малых расходах воздуха показывали недопустимые значения исследуемого параметра. График результатов поверки для счетчиков RVG представлен на рис. 2.

Анализ графика показывает, что из пяти поверяемых счетчиков только два можно в дальнейшем эксплуатировать (G 100 и S1 G 100). Счетчики S1 G 65 и S1 G 250 превысили допустимый предел уже в контрольной точке № 3, а счетчик G 100 – в контрольной точке № 5, где контрольный параметр достиг значения 8,01 % при допустимых 2 %. В целом, из одиннадцати поверяемых счетчиков только шесть прошли поверку, что составляет 54,6 %.

Аналогичная ситуация выявлена при поверке турбинных счетчиков: поверку прошли восемь из тринадцати счетчиков, что составляет 61,5 %. В основном (в четырех случаях из шести), контролируемый параметр превысил допустимое значение в контрольной точке № 5 (расход $(5\pm 2)\% Q_{\max}$).

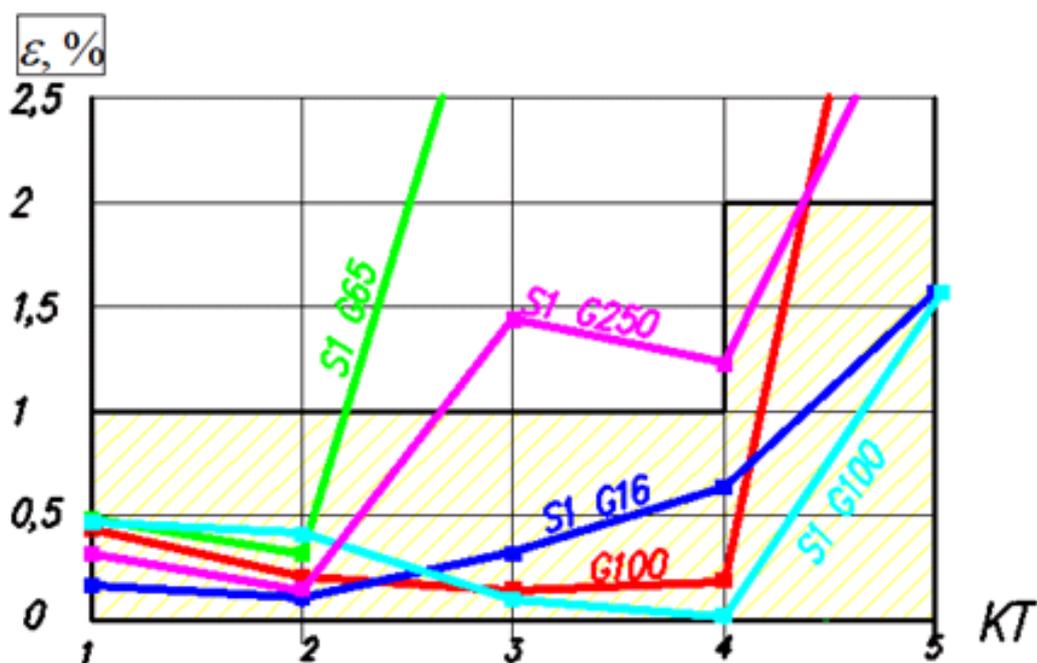


Рис. 2 – График основной относительной погрешности для ротационных счетчиков RVG

Анализ результатов поверки показал, что на качество показаний счетчиков влияет время общей эксплуатации. Чем «старше» счетчик, тем больше вероятность искажения показаний по расходу газа. Анализ годности ротационных счетчиков по годам выпуска представлен на рис. 3.

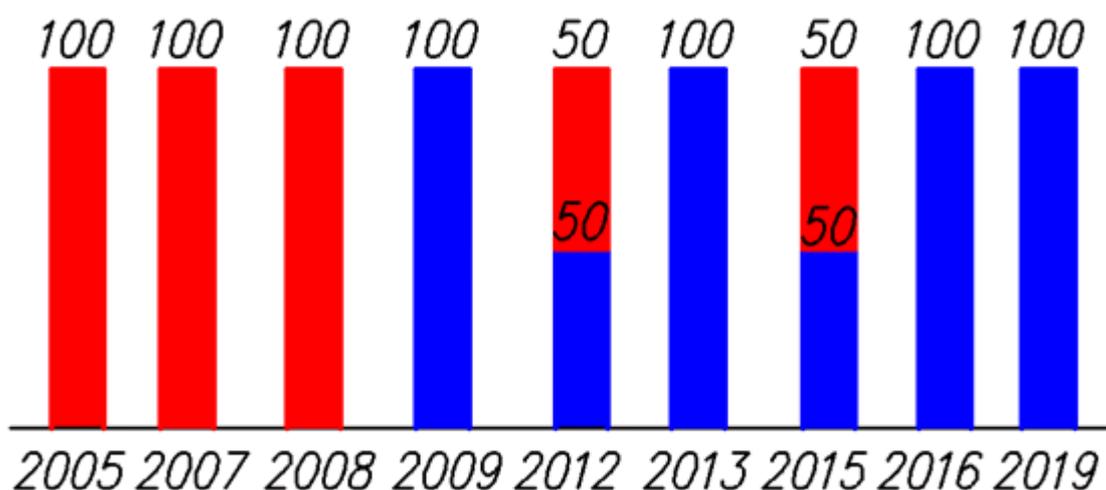


Рис. 3 - Анализ годности ротационных счетчиков по годам выпуска

Принято, что средний срок эксплуатации ротационного счетчика составляет 12 лет. Ротационные счетчики, имеющие срок службы, близкий к среднему значению, в большинстве своем не прошли поверку, что говорит о необходимости ремонта этих счетчиков в заводских условиях или полной замене на новый счетчик. Счетчики, срок службы которых не превышает 5 лет, отвечают предъявляемым требованиям в области определения погрешности.

Турбинные счетчики, срок работы которых приближается к среднему срок эксплуатации (20 лет), как правило, не прошли поверку. Большинство счетчиков, срок работы которых менее 10 лет, годны для дальнейшей эксплуатации.

Счетчик является дорогостоящим газовым оборудованием. Следует учесть, что в современных системах газопотребления счетчик является элементом измерительного комплекса [9]. Замена или ремонт такого оборудования представляет существенные денежные затраты. С другой стороны, погрешность показаний счетчика, выходящая за допустимые пределы, экономически воздействует или на потребителя, или на поставщика газового топлива, что недопустимо. Для продления срока службы прибора учета расхода газа, прежде всего, необходимо предъявлять повышенные требования к степени очистки газа [4,10]. Установка современных фильтров, своевременная очистка и замена кассеты с наполнителем позволит продлить срок службы счетчика с соблюдением требуемых критериев по показаниям.

Литература

1. Миронова Т.А., Самарина Т.П. Развитие газовой отрасли в России, международное сотрудничество и участие в социально значимых проектах ее предприятий. URL: budgetrf.ru.



2. Кузьмина Т.К., Юмашева Н.А., Мельничук В.О. Выявление факторов, влияющих на необходимость реализации инвестиционных проектов по техническому перевооружению действующих электростанций г. Москва // Инженерный вестник Дона, 2021, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2021/7019.
 3. Zimmer H.I. Calculating optimum pipeline operations. Technical Report Presented at the 1975 AGA Transmission Conference, El Paso Natural Gas Company, 1975 – 374 p.
 4. Шур И.А. Газорегуляторные пункты и установки. – Л.: Недра, 1985. – 285 с.
 5. Ефремова Т.В., Кондауров П.П. Системы газораспределения и газопотребления населенных пунктов, коммунальных объектов и промышленных предприятий: учебное пособие. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2021. – 113 с.
 6. Промышленное газовое оборудование / под. ред. Е.А. Карякина: справочник. 6-е изд., перераб. и доп. – Саратов: Газовик, 2013. – 1280 с.
 7. Мариненко Е.Е., Ефремова Т.В. Газоснабжение: учебное пособие. Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград: ВолгГАСУ, 2008. – 222 с.
 8. Ениватов А.В., Артемов И.Н., Игонин К.С. Совершенствование теплового и гидравлического режима котельной // Инженерный вестник Дона, 2020, № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2020/6663.
 9. West F.B., Taylor A.T. The effect of pulsations on heat transfer-turbulent flow of water inside tubes. – «Chemical Engineering Progress», vol. 48, N.1. pp.39-43.
 10. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990. – 762 с.
-

References

1. Mironova T.A., Samarina T. P. Razvitie gazovoj otrasli v Rossii, mezhdunarodnoe sotrudnichestvo i uchastie v social`no znachimy`x proektax ee predpriyatij. [Development of the gas industry in Russia, international cooperation and participation in socially significant projects of its enterprises]. URL: budgetrf.ru.
 2. Kuz`mina T.K., Yumasheva N.A., Mel`nichuk V.O. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, № 6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2021/7019.
 3. Zimmer H.I. Calculating optimum pipeline operations. Technical Report Presented at the 1975 AGA Transmission Conference, El Paso Natural Gas Company, 1975. 374 p.
 4. Shur I.A. Gazoregulyatorny`e punkty` i ustanovki. [Gas control points and installations]. L.: Nedra, 1985. 285 p.
 5. Efremova T.V., Kondaurov P.P. Sistemy` gazoraspredeleniya i gazopotrebleniya naseleenny`x punktov, kommunal`ny`x ob`ektov i promy`shlenny`x predpriyatij: uchebnoe posobie [Systems of gas distribution and gas consumption of settlements, communal facilities and industrial enterprises: a tutorial]. Ministerstvo nauki i vy`sshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii, Volgogradskij gosudarstvenny`j texnicheskij universitet. Volgograd: Izd-vo VolgGTU, 2021. 113 p.
 6. Promyshlennoe gazovoe oborudovanie [Industrial gas equipment]. Pod red. E.A. Karyakina: spravochnik. 6-e izd., pererab. i dop. Saratov: Gazovik, 2013. 1280 p.
 7. Marinenko E.E., Efremova T.V. Gazosnabzhenie: uchebnoe posobie. [Gas supply: study guide]. Volgogr. gos. arxit.-stroit. un-t. Volgograd: VolgGASU, 2008. 222 p.
 8. Enivatov A.V., Artemov I.N., Igonin K.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, № 11. URL: ivdon.ru ru magazine archive n 11 y 2020/6663.
-



9. West F.B., Taylor A.T. Chemical Engineering Progress, vol. 48, N.1. pp.39-43.
10. Staskevich N.L., Severinec G.N., Vigdorchik D.Ja. Spravochnik po gazosnabzheniju i ispol'zovaniju gaza [Handbook on gas supply and use of gas]. L.: Nedra, 1990. 762 p.