

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ
ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**



International
Organization for
Standardization



International
Electrotechnical
Commission



ХАЛҚАРО АНЖУМАН

**«Жаҳонда стандартлаштириш ва техник жиҳатдан
тартибга солиш ҳолати ва ривожланиш истиқболлари»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Состояние и тенденции развития стандартизации и
технического регулирования в мире»**



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**13-14 Октябрь, 2022
Ташкент, Узбекистан**

1. Р.Г. Джексон. Новейшие датчики.- М: Техносфера, 2007.-384с.
2. Дж.Фрайден. Современные датчики. Справочник.- Москва: Техносфера, 2005. - 592с.
3. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с.
4. Датчики: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука Москва: Техносфера, 2012.. 624 с.
5. Кашкаров А. П. Датчики в электронных схемах: от простого к сложному. - М.: ДМК Пресс, 2013. - 200 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАЗВУКОВОГО СЧЕТЧИКА ГАЗА

Раҳимов Анваржон Комилович

ТашГТУ, магистрант кафедры "Метрология, техническое регулирование, стандартизация и сертификация"

Бобоев Ғайбулла Ғафурович

ТашГТУ, доцент (PhD) кафедры "Метрология, техническое регулирование, стандартизация и сертификация"

Аннотация: *Исследованы метрологические характеристики ультразвукового счетчика газа на эталонных расходоизмерительных стендах лабораторий теплотехнических измерений Pigsar. Обнаружено, что при использовании счетчика с калибровочными коэффициентами, рассчитанными при условиях, отличных от условий измерений, происходит увеличение относительной погрешности измерений объемного расхода газа. Анализ полученных данных позволил установить, что причиной этого является влияние паразитных акустических шумов, избыточного давления на отдельные компоненты счетчика и его корпус и изменение коэффициента усиления акустического сигнала. Приведены рекомендации по компенсации погрешности.*

Ключевые слова: *ультразвуковой преобразователь расхода, ультразвуковой расходомер, калибровка меры, эталонная расходоизмерительная установка.*

Annotation: *The metrological characteristics of an ultrasonic gas meter were studied on reference flow measuring stands of the Pigsar laboratories for thermal measurements. An analysis of the obtained data made it possible to establish that the reason for this is the effect of parasitic acoustic noise, overpressure on individual components of the meter and its case, and a change in the acoustic signal amplification factor. Recommendations for error compensation are given.*

Keywords: *ultrasonic flow converter, ultrasonic flow meter, calibration of the measure, reference flow measuring unit.*

Обеспечение единства измерений неразрывно связано с периодическим контролем метрологических характеристик средств измерений. Возможность поверки ультразвуковых преобразователей расхода (далее – УЗПР) на расходоизмерительных (поверочных) установках, воспроизводящих единицу расхода и/или объема в условиях, сопоставимых условиям эксплуатации поверяемых УЗПР (давление, температура, расход, скорость газа, компонентный состав газа, и т.д.) и с требуемой величиной погрешности измерений в нашей стране ограничена. Отсутствие данных поверочных установок или несоответствие существующих по каким-либо критериям привело к распространению так называемого «без проливного» имитационного метода поверки УЗПР, либо поверки УЗПР, предназначенных для эксплуатации «на природном газе под давлением» на «атмосферном воздухе» [1,2].

Ультразвуковой счетчик газа

Счетчики газа ультразвуковые предназначены для измерений и вычислений объема и объемного расхода природного газа, пропана, бутана и других газов при рабочих условиях. Принцип действия счетчиков основан на методе измерения разности между временем прохождения ультразвуковых импульсов по потоку и против потока газа. Измеренная разность времени, пропорциональная скорости потока, преобразуется в значение объемного расхода.

В рамках проведения сличений использовался счетчик стандартной модификации серийного исполнения DN100. Основные метрологические характеристики счетчика:

Диапазон измерений расхода газа при рабочих условиях от 13 до 1000 м³/ч

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа при рабочих условиях, %:

$$\begin{aligned} 0,1Q_{max} \leq Q \leq Q_{max} & \pm 0,3; \\ Q_{min} \leq Q < 0,1Q_{max} & \pm 0,5. \end{aligned}$$

Примечание: представленные характеристики точности измерений применимы к счетчику прошедшему калибровку (настройку, тарировку) на расходоизмерительной установке. Требования к счетчикам при выпуске из производства (в том числе и к характеристикам точности измерений) изложены, в частности, в ISO 17089.

Определение метрологических характеристик счетчика

Счетчик был подвергнут динамическим испытаниям (определению метрологических характеристик на расходоизмерительной установке) в 3 различных лабораториях при разных условиях. Помимо этого, в соответствии со стандартом предприятия изготовителя, все выпускаемые ультразвуковые счетчики в обязательном порядке проходят первичную юстировку и проверку метрологических характеристик в статических условиях (так называемая «сухая калибровка»). Результаты «сухой калибровки» позволяют с минимальными затратами оценить качество изготовления счетчика и провести предварительную оценку его метрологических характеристик. В рамках данной статьи результаты «сухой калибровки» не рассматривались, однако необходимо отметить, что данный конкретный образец счетчика с успехом прошел все процедуры проверки, предусматриваемые отделом контроля качества завода-изготовителя в рамках «сухой калибровки».

Ультразвуковые счетчики имеют широкие возможности настройки, юстировки и подстройки на основании данных о калибровках (как «сухих», так и с использованием расходоизмерительных установок) [3]. Типичными для современных ультразвуковых преобразователей являются следующие виды корректировки показаний, основанные на оценке их метрологических характеристик полученных в динамических условиях:

- корректировка по средневзвешенному;
- полиномиальная корректировка;
- кусочно-линейная интерполяция.

Корректировка по средневзвешенному – вид корректировки при котором показания расходомера умножаются на поправочный коэффициент AF, рассчитанный на основании данных об отклонении значения расхода полученного испытуемым счетчиком от значения эталонной расходоизмерительной установки. Данный коэффициент определяется единственным образом для всего рабочего диапазона расхода (исключение составляют «двунаправленные расходомеры», способные измерять реверсивный поток, для них возможно определение второго поправочного коэффициента по средневзвешенному для

реверсивного потока). Конкретная процедура нахождения поправочного коэффициента описывается в технической документации на расходомер. Чаще всего используется следующий способ нахождения средневзвешенного корректировочного коэффициента (номинальный расход 70% от максимального):

$$AF=1/(1+WME/100) \quad (1)$$

$$WME=\sum_{j=1}^m k_j fr_{Q_j} / \sum_{j=1}^m k_j, \quad (2)$$

где fr_{Q_j} – относительное отклонение показаний расходомера от показаний расходоизмерительной установки при расходе Q_j ;

$$k_j = Q'_j / Q_{max}, \quad \text{при } Q'_j < 0,7 Q_{max};$$

$$k_j = 1,4 - Q'_j / Q_{max}, \quad \text{при } Q'_j > 0,7 Q_{max};$$

j – индекс поверочного расхода ($j=1 \dots m$);

m – число точек по расходу ($m=5$).

Корректировка по средневзвешенному позволяет линейно сместить график ошибок расходомера вверх или вниз, оставляя вид характеристической кривой ошибок неизменным.

Корректировка полиномиальной функцией – вид корректировки, при котором показания расходомера умножаются на поправочный коэффициент АРР, являющийся в свою очередь полиномиальной функцией расхода. Для каждого значения расхода измеренного расходомером рассчитывается свой корректировочный коэффициент. Типичной формулой полиномиальной корректировки является следующий вид зависимости:

$$APR(Q)=A_{-2}Q^{-2}+A_{-1}Q^{-1}+A_0+A_1Q+A_2Q^2 \quad (3)$$

Значения коэффициентов $A_{-2} \dots A_2$ зависят от отклонений показаний расходомера и эталонной расходоизмерительной установки.

Литература

1. Ганиев Р.И., Ермолаев С.А., Горчев А.И. Анализ метро- логических характеристик врезных ультразвуковых расходомеров с применением методов вычислительной гидродинамики // Вестник Казан технол.ун-та. - 2011.- №22.-С.155-162.
2. Замалетдинова Э.Ю., Ягьяева Л.Т., Замалетдинов Р.Р. Имитационный метод поверки ультразвуковых расходомеров // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2011.- №19.- С.211-214.
3. Фафурин В.А., Галеев М.К. Расчет корректирующего коэффициента ультразвукового расходомера // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2011.- №23.-С.152-156.
4. Исаев, И.А. Исследование метрологических характеристик ультразвукового счетчика газа на эталонных расходоизмерительных установках /И.А. Исаев, Д.Р. Хакимов, А.И. Горчев, Р.И. Ганиев //Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Т.15, №18. - С. 239-244.

KORXONANING METROLOGIK TA'MINOT MUAMMOLARI

Muxammad Aminov A.D.

TDTU bakalavr talabasi

Qurbonov A.P.

TDTU va Moskva muhandislik-fizika instituti bilan qo'shma dasturi magistratura talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada korxonaning metrologik ta'minotning asosiy maqsadi, tashkilot tomonidan talab qilinadigan hajmlarda, o'z vaqtida raqobatbardosh mahsulotlarni ishlab

Соколовский С.С., Цитович Б.В., Соломахо В.Л. Базовые принципы и перспективы автоматизации процесса разработки методик выполнения измерений.....	146
Мухамедханов У.Т., Мирзаев Д.А., Тураев Х.С., Кузиев З.Ж. Тестовая оценка надёжности программного обеспечения автоматизированных систем управления.....	151
Исматуллаев П.Р., Жабборов Х.Ш. Дон ва дон маҳсулотлари намлигини ўлчаш ўзгарткичларини экспериментал тадқиқи.....	154
Муминов Х.Д., Матякубова П.М., Файзуллаева У.Д., Методы исследования эффективности системы управления в современных условиях.....	160
Исматуллаев П.Р., Рахматов Д.И., Мусаева З.Д., Методика калибровки измерительных каналов автоматизированных систем управления технологическими процессами.....	164
Машарипов Ш.М., Кудратов Ж.Х. Оценка метрологического обеспечения и качества при измерении параметров нефтепродуктов при верификации методов измерений.....	167
Ахмедов Б.М., Рашидов А.С. Аналитик ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш усуллари.....	170
Машарипов Ш.М., Кудратов Ж.Х. Оценка промежуточной прецизионности при определении качества нефтепродуктов и их метрологического обеспечения.....	175
Шарипов Г.Н., Тураева Н.М., Эшмурадов Д.Э. Вопросы повышения метрологической надёжности средств измерений.....	178
Валиев Р.А., Искандаров С.Т. Вопросы по обеспечению достоверности межлабораторных сличительных измерениях физико-химических величин (на примере вязкости жидких сред).....	184
Авлиякулов Н.Н., Таиров Б.Б., Негбоев А.А. Условия измерений метрологического обеспечения производства.....	187
Таиров Б.Б., Авлиякулов Н.Н., Кодирова Ш.С. Достоверность результатов измерений с учетом метрологических свойств средств измерений.....	190
Мамажонов А.А., Абдужабборов О.О., Абдумаликов А.А., Пенополиуретанни кўпиклантириш технологик жихозини имконият кўрсаткичини аниқлаш.....	193
Кречетова Е.В., Чикмарев А.Д. Исследование работоспособности элетроемкостного метода для клеевых соединений и обработка и совершенствование программного обеспечения для определения характеристик математических моделей.....	200
Umarxodjayeva Z.N., Abduqahhorov F., Soliddinov A. Xoll effekti asosidagi datchiklar tahlili.....	203
Рахимов А.К., Бобоев Ғ.Ғ., Исследование метрологических характеристик ультразвукового счетчика газа.....	208
Muxammad Aminov A.D., Qurbonov A.P. Korxonaning metrologik ta'minot muammolari.....	210
Эргашов Қ.М., Эркабоев А.Х. Эҳтимоллар назариясини маҳсулотларни синашда қўлланилиш самарадолиги.....	212
Миралиева А.К., Муминов Х.Д. Анализ качества поверки средств измерений.....	216
Миралиева А.К., Муминов Х.Д. Машинасозлик соҳасида техникавий хужжатларнинг метрологик экспертизасининг масалалари.....	220
Isroilov F.M., Qosimov O.F., An optoelectronic device that noninvasively measures blood oxygen saturation.....	224
Шермурадова М.Ф., Рахматов Д.И., Қаландаров А.Ф. Ўлчаш воситаларини калибрлаш жараёнини автоматлаштиришнинг аҳамияти ва афзалликлари.....	228
Беккулов Ж.Ш., Математическое моделирование процесса сушки калийных удобрений в барабанной сушилке.....	230