

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала по развитию ВНИИР –
филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.С. Тайбинский

«25» октября 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Счётчики газа турбинные ТМЕ400

Методика поверки

МП 1373-13-2021

Начальник отдела НИО-13

(наименование отдела)

А.И.Горчев

Тел. отдела 8(843) 272-11-24

г. Казань
2021

РАЗРАБОТАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.
Д.И. Менделеева»
ООО «РМГ РУС»

УТВЕРЖДЕНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.
Д.И. Менделеева»

1. Общие положения

1.1 Настоящий документ распространяется на счетчики газа турбинные ТМЕ400 моделей ТМЕ400-VM, ТМЕ400-VMF, ТМЕ400-VC, ТМЕ400-VCF (далее – счетчики) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Счетчики предназначены для измерений объемного расхода, рабочего объема и объема, приведенного к стандартным условиям (только модели ТМЕ400-VC/ТМЕ400-VCF) природного газа по ГОСТ 5542-2014 и других неагрессивных газов.

1.3 В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается прослеживаемость счетчиков к государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методами прямых и косвенных измерений.

2. Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 30319.2-2015 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Вычисление физических свойств, на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода;
- ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования;
- Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2825 от 29.12.2018 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа»;
- Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденный Приказом Минпромторга России №2510 от 31 июля 2020 года

Примечание – При применении настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей инструкцией следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия по ГОСТ 8.395:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа.

4. Перечень операций поверки

4.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	8	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	9	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	10	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Определение относительной погрешности измерения объемного расхода и (или) объема газа в рабочих условиях	11.1	Да	Да
Определение относительной погрешности приведения объемного расхода к стандартным условиям без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости (только для моделей TME400-VC/ TME400-VCF)	11.2	Да	Нет
Примечание - Допускается проводить поверку счетчиков в диапазоне измерений расхода, фактически обеспечиваемом при поверке, на основании письменного заявления владельца счетчика с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.			

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Пункты 9.2, 11.1	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1-го разряда; поверочная среда: воздух при атмосферном давлении, диапазон воспроизводимого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, соотношение доверительных границ рабочего эталона 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности поверяемых счетчиков должно быть не более 1/2,5	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 4 до 6500 м ³ /ч (регистрационный № 3.2.ДУЮ.0002.20 19)
	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1-го разряда; поверочная среда: природный газ при избыточном давлении, диапазон воспроизводимого объемного расхода должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, соотношение доверительных границ рабочего эталона 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности поверяемых счетчиков должно быть не более 1/2	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 500 до 70000 м ³ /ч (регистрационный № 3.7.ЕЕЕ.0009.202 1)
Пункт 11.2	Средство измерений давления: диапазон измерения давления должен соответствовать рабочему диапазону поверяемого счетчика, предел допускаемой основной погрешности $\pm (0,025 \%П + 0,02 \%ВП)$ (далее – калибратор давления)	Калибратор многофункциональный MC5-R (регистрационный номер 22237-08) с пневматическим (гидравлическим) насосом
	Средство измерений температуры: диапазон измерений температуры от минус 40 °С до плюс 155 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,04$ °С (далее – калибратор температуры)	Калибратор температуры серии АТС-R (регистрационный номер 48930-12)

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Пункты 8, 9, 10, 11	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 °С до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (регистрационный номер 46434-11)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ кПа	
Примечания:		
1 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;		
2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

6.1 К работе должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию и обученные работе со счетчиком и правилам техники безопасности.

7. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- корпус счетчика и применяемых СИ должны быть заземлены в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- ко всем используемым СИ и устройствам должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений;
- работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания;
- указания, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок», а также инструкциями по эксплуатации оборудования, его компонентов и применяемых средств поверки.

8. Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре должны быть установлены:

- комплектность счетчика;

- соответствие маркировки требованиям, предусмотренным эксплуатационной документацией;
- отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушения покрытий, надписей и отсутствие других дефектов.

9. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Перед проведением поверки счетчика выполняют следующие подготовительные работы:

9.1.1 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на счетчик.

9.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки используемых средств поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений или наличие действующих свидетельств о поверке (поверительных клейм) на используемые средства поверки.

9.1.3 Проверяют работоспособность счетчика и средств поверки в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.4 Проводят монтаж средств поверки согласно структурным схемам, указанным в руководстве по эксплуатации.

9.1.5 Включают и прогревают счетчики и средства поверки не менее 30 минут.

Остальную подготовку проводят согласно требованиям документации изготовителя счетчика и руководствам по эксплуатации средств поверки.

9.2 При опробовании проверяют работоспособность счетчика в соответствии с руководством по эксплуатации без определения метрологических характеристик. При опробовании необходимо убедиться в отсутствии сигналов индикаторов Alarm и Warning. При необходимости проводится квитирование сообщений в соответствии с эксплуатационной документацией.

Убеждаются в изменении показаний счетчика при изменении расхода газа в поверочной установке. Счетчик считают выдержавшим проверку, если при увеличении (уменьшении) расхода наблюдается увеличение (уменьшение) показаний счетчика.

10. Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проверку идентификационных признаков ПО проводят в соответствии с руководством по эксплуатации следующим образом:

- с помощью клавиатуры перейти в меню счетчика по координате «G02» (отображение номера версии ПО) и затем по координате «G05» (отображение цифрового идентификатора ПО);
- считать идентификационные признаки программного обеспечения с экрана счетчика.

Счетчик считается прошедшим проверку, если идентификационные данные соответствуют указанным в описании типа.

11. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение относительной погрешности измерения объемного расхода и (или) объема газа в рабочих условиях

Измерения проводятся при следующих значениях объемного расхода Q_j : $Q_{\max}$, $0,7Q_{\max}$, $0,5Q_{\max}$, $0,3Q_{\max}$ и $0,1Q_{\max}$. Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода, (не менее 5 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону. Точность задания расхода $\pm 0,025Q_{\max}$, в течение всего процесса измерений отклонение расхода по показаниям эталонного преобразователя расхода от заданного значения расхода не должно превышать $\pm 0,01Q_{\max}$.

На каждом значении расхода проводят не менее трех измерений. Значения объемного расхода, полученные по показаниям счетчика Q_{icn} , приводят к условиям измерений эталонными преобразователями Q_{ic} по формуле:

$$Q_{ic} = Q_{icn} \frac{P_e T_i z_i}{P_i T_e z_e}, \quad (11.1)$$

где P_e – давление среды на участке эталонных преобразователей;

P_i – давление среды на участке испытываемых счетчиков;

T_e – температура среды на участке эталонных преобразователей;

T_i – температура среды на участке испытываемых счетчиков;

z_i – фактор сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке испытываемых счетчиков;

z_e – фактор сжимаемости среды, рассчитанный при температуре и давлении на участке эталонных преобразователей.

Примечание: допускается введение корректировочных коэффициентов.

Определяют относительную погрешность счетчика при измерении объемного расхода в рабочих условиях в процентах по формуле:

$$\delta = \frac{Q_{ic} - Q_{etal}}{Q_{etal}} 100, \quad (11.2)$$

где Q_{etal} – расход по показаниям эталонной установки, м³/ч.

Примечание: допускается проводить измерения и обработку результатов измерений по объему среды.

Счетчик считается прошедшим поверку, если значение относительной погрешности не превышает значений, указанных в описании типа.

11.2 Определение относительной погрешности приведения объемного расхода к стандартным условиям без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости

11.2.1 Относительная погрешность приведения объемного расхода газа к стандартным условиям без учета погрешности определения коэффициента сжимаемости определяется по формуле:

$$\delta_{\text{пр}} = \sqrt{\delta_p^2 + \delta_T^2 + \delta_B^2}, \quad (11.3)$$

где δ_p – относительная погрешность измерения давления газа, %;

δ_T – относительная погрешность измерения температуры газа, %;

δ_B – относительная погрешность при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, %.

11.2.1.1 Определяют относительную погрешность измерения давления газа

В соответствии с эксплуатационной документацией подключают калибратор давления и пневматический насос к штуцеру счетчика для проверки канала измерения давления. При помощи пневматического насоса подают давление, соответствующее рабочему диапазону измеряемого давления, не менее пяти точек, равномерно распределенных по диапазону.

Относительная погрешность измерений счетчика по каналу измерений абсолютного давления в каждой точке в процентах определяется по формуле:

$$\delta_p = \frac{P_r - P_e}{P_e} \cdot 100\%, \quad (11.4)$$

где P_e – показания калибратора давления, Па;

P_r – показания счетчика по каналу измерения абсолютного давления, Па.

Полученные значения подставляют в формулу (11.3).

11.2.1.2 Определяют относительную погрешность измерения температуры газа

В соответствии с эксплуатационной документацией демонтируют электронный блок счетчика. Зонд, содержащий сенсор измерительного канала температуры погружают в камеру калибратора температуры. При помощи калибратора температуры задают температуру, соответствующую рабочему диапазону измеряемой температуры: не менее пяти точек, равномерно распределенных по диапазону.

Абсолютную погрешность измерений счетчика по каналу измерений температуры в каждой точке:

$$\Delta_t = t_r - t_e, \quad (11.5)$$

где t_e – показания калибратора температуры, °С;

t_r – показания счетчика по каналу измерения температуры, °С.

Определяют относительную погрешность измерений счетчика по каналу измерений температуры в каждой точке по формуле:

$$\delta_T = \frac{100 \cdot \Delta_t}{273,15 + t} \quad (11.6)$$

где t – нижняя граница рабочей температуры газа, °С;

Δ_t – абсолютная погрешность измерений счетчика по каналу измерений температуры, °С.

Полученные значения подставляют в формулу (11.3).

11.2.1.3 Определяют относительную погрешность при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям.

Устанавливают в параметрах счетчика фиксированные значения абсолютного давления, температуры, плотности при стандартных условиях, молярных долей CO_2 и N_2

согласно ГОСТ 30319.2-2015, приложение А. Допускается проверять расчет только для одной из приведенных в контрольном примере смеси.

Рассчитывают относительную погрешность вычисления коэффициента сжимаемости газа по формуле:

$$\delta_B = \frac{K_{\text{выч}} - K_{\text{расч}}}{K_{\text{расч}}} \cdot 100\%, \quad (11.7)$$

где $K_{\text{выч}}$ – вычисленное счетчиком значение коэффициента сжимаемости газа;

$K_{\text{расч}}$ – расчетное значение коэффициента сжимаемости газа, рассчитанное по ГОСТ 30319.2, приложение А (контрольные расчетные значения коэффициента сжимаемости допускается рассчитывать при помощи аттестованного программного обеспечения).

Полученные значения подставляют в формулу (11.3).

11.2.2 По полученным значениям рассчитывают относительную погрешность приведения объема газа к стандартным условиям согласно формуле (11.3)

Счетчик считается прошедшим поверку, если значение относительной погрешности не превышает значений, указанных в описании типа.

12. Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляют протоколами произвольной формы

13.2 При положительных результатах оформление результатов поверки осуществляют в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510. При положительных результатах знак поверки наносится на счетчик.

13.3 При отрицательных результатах оформление результатов поверки осуществляют в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510.

Приложение А
(обязательное)

Контрольный пример расчета физических свойств по ГОСТ 30319.2-2015

Таблица А.1 - Исходные данные для расчета физических свойств смесей, имитирующих природный газ

Исходные данные	Смеси	
	№1	№2
Плотность при стандартных условиях, кг/м ³	0,7000	0,8263
Молярная доля азота	0,003	0,057
Молярная доля диоксида углерода	0,006	0,076

Таблица А.2 - ГОСТ 30319.2-2015 Состав № 1

Т, К	Р, МПа	Значения К
250	0,1	0,996622
300	0,1	0,99816
350	0,1	0,99897
250	2,0	0,930957
300	2,0	0,963596
350	2,0	0,980062
250	5,0	0,822468
300	5,0	0,911679
350	5,0	0,95329
250	7,5	0,732899
300	7,5	0,872869
350	7,5	0,934552

Таблица А.3 - ГОСТ 30319.2-2015 Состав № 2

Т, К	Р, МПа	Значения К
250	0,1	0,99637
300	0,1	0,998025
350	0,1	0,998884
250	2,0	0,925365
300	2,0	0,960822
350	2,0	0,978349
250	5,0	0,805541
300	5,0	0,904541
350	5,0	0,949064
250	7,5	0,703642
300	7,5	0,862205
350	7,5	0,928392