



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы измерительно-вычислительные объема газа СГ-ЭКР

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 0802/1-311229-2023

г. Казань
2023

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительно-вычислительные объема газа СГ-ЭКР (далее – комплекс), изготовленные ООО «Газэлектроника» по УРГП.407369.003 ТУ «Комплексы измерительно-вычислительные объема газа СГ-ЭКР. Технические условия», и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической и внеочередной поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусматривается.

1.3 Комплексы относятся к средствам измерений в соответствии с:

– Государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. № 1133, и прослеживаются к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118–2017;

– Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 и прослеживаются к Государственным первичным эталонам единицы температуры ГЭТ 35–2021 и ГЭТ 34–2020;

– частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900 и прослеживаются к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ – $7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101–2011);

– Государственной поверочной схемой для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904 и прослеживаются к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95–2020).

1.4 Метрологические характеристики комплексов подтверждаются непосредственным сравнением с основными средствами поверки. Дополнительная поверка средств измерений, входящих в состав комплекса, не требуется.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование параметра	Значение
Диапазон объемного расхода при рабочих условиях*, м ³ /ч: – исполнение СГ-ЭКР-Т – исполнение СГ-ЭКР-Р	от 5 до 4000 от 0,4 до 650,0
Диапазон измерений абсолютного давления**, МПа	от 0,08 до 0,20; от 0,1 до 0,5; от 0,1 до 1,0; от 0,15 до 0,75; от 0,2 до 1,0; от 0,2 до 2,0; от 0,4 до 2,0; от 0,8 до 2,0; от 0,5 до 5,0; от 0,5 до 5,5; от 0,7 до 5,5; от 2,2 до 5,5; от 0,7 до 7,0; от 1,5 до 7,5; от 2,8 до 7,0; от 2,8 до 7,5
Диапазон измерений температуры газа, °С:	от -23 до +60
Диапазон измерений температуры для контроля технологических параметров (дополнительный преобразователь температуры), °С	от -40 до +60
Диапазон измерений разности давлений, кПа	от 0 до 1,6; от 0 до 2,5; от 0 до 4; от 0 до 6,3; от 0 до 10; от 0 до 16; от 0 до 25; от 0 до 40

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объема газа при рабочих условиях, %: – исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_t – исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_t до Q_{\max} включ. – исполнение СГ-ЭКР-Р со счетчиками исполнения «2У» в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_{\max}	$\pm 2,0$ $\pm 1,0$ $\pm 0,9$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления, %	$\pm 0,35$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой относительной погрешности приведения объема газа к стандартным условиям с учетом погрешности измерения давления, температуры и вычисления коэффициента сжимаемости, %	$\pm 0,37$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости, %: – исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_t – исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_t до Q_{\max} включ. – исполнение СГ-ЭКР-Р со счетчиками в исполнении «2У» в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_{\max}	$\pm 2,1$ $\pm 1,1$ $\pm 1,0$
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений разности давлений, %: – основной – дополнительной от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждые $10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,1$ $\pm 0,1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры для контроля технологических параметров (дополнительный преобразователь температуры), $^{\circ}\text{C}$	± 1
Нормальные условия измерений: – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ – относительная влажность, %, не более – атмосферное давление, кПа	от $+15$ до $+25$ 95 от $84,0$ до $106,7$
<p>* Диапазон измерения объемного расхода комплекса при рабочих условиях определяется типоразмером применяемого счетчика. ** Диапазон измерения абсолютного давления определяется диапазоном применяемого преобразователя давления.</p> <p>Примечание – Приняты следующие обозначения: Q_{\min} – минимальный объемный расход при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$; Q_t – значение переходного объемного расхода при рабочих условиях, которое зависит от типа счетчика, $\text{м}^3/\text{ч}$; Q_{\max} – максимальный объемный расход при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$.</p>	

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	0	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик	9	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении объема газа при рабочих условиях	9.1	Да	Да
Определение относительной погрешности при измерении абсолютного давления	9.2	Да	Да
Определение относительной погрешности измерения температуры	9.3	Да	Да
Определение относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости	9.4	Да	Да
Определение основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений разности давлений	9.5	Да*	Да*
Определение абсолютной погрешности измерений температуры для контроля технологических параметров	9.6	Да*	Да*
Проверка отсутствия потерь счетных импульсов и герметичности	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки средства измерений	12	Да	Да

* При наличии преобразователя для контроля технологических параметров.

Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
6 – 11	<p>Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 1 °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 6 %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,7$ кПа</p>	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ))
7.3	Датчик перепада давления, класс точности 7,5	Преобразователь давления измерительный ЕЈА, модель ЕЈА 110 (регистрационный номер 14495-09 в ФИФОЕИ)
9.1, 10	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 11.05.2022 г. № 1133 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расходов газа» соотношение доверительных границ относительной погрешности рабочих эталонов 1 разряда и пределов допускаемой относительной погрешности средств измерений должно быть не более 1/2,5	3.2.ГШЯ.0012.2018, эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 0,003 до 25 м ³ /ч; 3.2.ГШЯ.0007.2016, эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений от 1,6 до 6500 м ³ /ч (далее – эталон расхода газа)
9.2, 9.4, 9.5	<p>Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с частью 2 Приказа Росстандарта от 06.12.2019 г. № 2900 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па;</p> <p>Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.08.2021 г. № 1904 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па»;</p> <p>Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653 «Об утверждении Государственной</p>	Калибратор давления портативный Метран-517 (регистрационный номер 39151-12 в ФИФОЕИ) с модулями давления эталонными Метран-518 (регистрационный номер 39152-12 в ФИФОЕИ) А1МВ; А160К; D6,3КА; D63КА; 160КА; 1МА; 6МА; 25МА (далее – эталон давления)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа».	
9.3, 9.4, 9.6	<p>Средство воспроизведения температуры от минус 40 до 60 °С</p> <p>Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной Приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» (далее – эталон температуры)</p>	<p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1, модификация ТПП-1.3 (регистрационный номер 33744-07 в ФИФОЕИ) (далее – термостат);</p> <p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-4Г-2 (регистрационный номер 57557-14 в ФИФОЕИ);</p> <p>Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИГ 2, модификация МИГ 2.05М (регистрационный номер 46432-11 в ФИФОЕИ)</p>
10	Стенд для проверки герметичности; Источник сжатого воздуха; Контрольный манометр, класс точности 1,5	Стенд для проверки прочности и герметичности СППГ

4.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик комплекса с требуемой точностью.

4.3 Применяемые эталоны и средства измерений должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

– правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;

– инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы комплекса и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5.3 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

5.4 Конструкция соединительных элементов комплекса и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления комплекса и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие внешнего вида требованиям паспорта и описания типа;
- соответствие данных, указанных в маркировке и паспорте (заводской номер комплекса, корректора объема газа ЭК270 (далее – корректор), счетчика газа, наименование изготовителя, год выпуска, знак утверждения типа);
- отсутствие видимых дефектов и повреждений, препятствующих применению комплекса.

6.2 Поверку продолжают, если:

- данные, указанные в маркировке, соответствуют паспорту;
- внешний вид соответствует описанию типа и паспорту;
- отсутствуют механические повреждения комплекса, препятствующие его применению.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение требований разделов 3 – 6 настоящей методики поверки;
- проверяют соответствие средств поверки требованиям нормативных правовых документов в области обеспечения единства измерений Российской Федерации;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами (паспорт или руководство по эксплуатации);
- комплекс и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

7.2 Проверяют срабатывание клавиатуры и наличие индикации на жидкокристаллическом дисплее.

7.3 Проводят контроль перепада давления на счетчике с помощью эталона расхода газа и датчика разности давлений (реле давления) при максимальном расходе. Отбор давления для контроля разности давлений на счетчике проводят из штуцеров для отбора давления на корпусе счетчика или из входного отверстия счетчика на расстоянии $(0,2DN \pm 5)$ мм от его торца или с участка трубы до счетчика на расстоянии от входа от $1DN$ до $3DN$ и с участка трубы после счетчика на расстоянии от $1DN$ до $3DN$.

Примечание – Допускается проводить контроль перепада давления на счетчике при определении метрологических характеристик счетчика.

7.4 Результаты опробования считают положительными, если при нажатии клавиш на дисплее появляется индикация, значение перепада давления на счетчике не превышает значений, указанных в паспорте (руководстве по эксплуатации) счетчика, счетчик работает устойчиво, без рывков, заеданий и посторонних шумов.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 Проверку программного обеспечения проводят путем считывания номера версии и контрольной суммы с жидкокристаллического дисплея комплекса или через оптический интерфейс.

8.2 Выбирают пункт меню «Система». Номер версии отображается в строке «VersM» (ВерсМ), контрольная сумма отображается в строке «ChkM» (ТестМ).

8.3 Результаты проверки программного обеспечения считают положительными, если программное обеспечение идентифицируется путем вывода номера версии и контрольной суммы на жидкокристаллический дисплей и соответствует данным, указанным в описании типа.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Определение относительной погрешности при измерении объема газа при рабочих условиях

Примечание – Допускается не проводить операции по пункту 9.1 в случае, если счетчик из состава комплекса поверен по своей методике поверки, с момента поверки он не находился в эксплуатации.

Отсоединяют датчик импульсов, счетчик газа подключают к эталону расхода газа. Съем показаний счетчика газа осуществляют визуально по отсчетному устройству или с помощью датчиков импульсов различных типов (электромагнитного, индуктивного, оптического, устройства съема сигнала УСС, лазерного датчика съема сигналов, емкостного устройства съема сигналов). Измерение объема воздуха, прошедшего через эталон расхода газа, проводят в момент считывания импульса счетчика.

Определяют относительную погрешность счетчика газа при измерении объема газа при рабочих условиях при следующих значениях объемного расхода:

– Q_{\max} ; $0,5 \cdot Q_{\max}$; $0,2 \cdot Q_{\max}$; Q_t ; Q_{\min} ;

– Q_{\max} ; $0,5 \cdot Q_{\max}$; $0,2 \cdot Q_{\max}$; $0,1 \cdot Q_{\max}$; Q_{\min} (для комплексов в исполнении СГ-ЭКР-Р со счетчиками исполнения «2У»), где Q_{\min} , Q_t , Q_{\max} – минимальный, переходный, максимальный измеряемый объемный расход счетчика соответственно, м³/ч.

Отклонения объемного расхода от задаваемого значения не должно превышать $\pm 5\%$ при условии, что расход лежит в диапазоне расходов поверяемого счетчика. При каждом значении расхода поверку проводят до трех раз. Если по результатам первого измерения относительная погрешность счетчика не превышает предела допускаемой относительной погрешности, повторные измерения не проводят. В противном случае измерения повторяют и за результат принимают среднеарифметическое из полученных значений.

Проводят измерение накопленного объема газа при рабочих условиях, прошедшего через счетчик газа и эталон расхода газа, в течение не менее 60 секунд или не менее двух импульсов со счетчика газа, при условии синхронизации счета импульсов со счетчика и эталона расхода газа.

При использовании устройства съема сигнала объем газа, измеренный счетчиком при i -ом измерении j -го режима, V_{cij} , м³, рассчитывают по формуле

$$V_{cij} = \frac{N_{ij}}{C_p}, \quad (1)$$

где N_{ij} – количество импульсов, считанных с помощью устройства съема сигнала при i -ом измерении в j -ой точке расхода, импульс;

C_p – коэффициент веса импульса, импульс/м³.

При использовании высокочастотного датчика импульсов C_p , импульс/м³, рассчитывают по формуле

$$C_p = \frac{I_G \cdot Z_K \cdot Z_B \cdot J_2}{t_R \cdot Z_A \cdot J_1}, \quad (2)$$

где I_G – коэффициент передачи редуктора;

Z_K – число пазов диска-формирователя сигнала высокочастотного датчика, штук;

Z_A, Z_B – число зубьев колес в счетном механизме, штук;

J_1, J_2 – число зубьев колес юстировочной пары в счетном механизме, штук;

t_R – цена оборота ролика младшего разряда счетного механизма, м³.

При использовании лазерного датчика импульсов C_p , импульс/м³, рассчитывают по формуле

$$C_p = \frac{I_G \cdot Z_M \cdot Z_B \cdot J_2}{t_R \cdot Z_A \cdot J_1}, \quad (3)$$

где Z_M – число импульсов за один оборот ротора ($Z_M=4$), штук.

При использовании низкочастотного датчика импульсов C_p , импульс/м³, рассчитывают по формуле

$$C_p = \frac{1}{t_R} \quad (4)$$

При использовании среднечастотного датчика импульсов C_p , импульс/м³, рассчитывают по формуле

$$C_p = \frac{1}{t_R} \cdot Z_{MS}, \quad (5)$$

где Z_{MS} – количество пазов диска-формирователя сигнала среднечастотного датчика, штук.

При использовании датчика устройства съема сигнала УСС C_p , импульс/м³, рассчитывают по формуле

$$C_p = \frac{1}{t_R} \cdot Z_{MU}, \quad (6)$$

где Z_{MU} – количество пазов диска-формирователя сигнала УСС, штук.

Значения коэффициентов для расчета C_p , импульс/м³, берутся из руководства по эксплуатации на счетчик. В случае использования прочих устройств съема сигнала с поверяемого счетчика, коэффициент передачи рассчитывается в соответствии с технической документацией на данное устройство.

Рассчитывают относительную погрешность при измерении объема газа при рабочих условиях δ_{vij} , %, для каждой точки объемного расхода по формуле

$$\delta_{vij} = \frac{V_{счij} - V_{эij}}{V_{эij}} \cdot 100, \quad (7)$$

где $V_{счij}$ – накопленный объем газа при рабочих условиях, измеренный комплексом при i -ом измерении в j -ой точке расхода, м³;

$V_{эij}$ – накопленный объем газа, измеренный эталоном расхода газа при i -ом измерении в j -ой точке расхода, м³.

Результаты определения относительной погрешности при измерении объема газа при рабочих условиях считают положительными, если при каждом i -ом измерении или среднее арифметическое из трех измерений рассчитанная погрешность не превышает:

– $\pm 2,0$ % для исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_t ;

– $\pm 1,0$ % для исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_t до Q_{\max} включ.;

– $\pm 0,9$ % для исполнения СГ-ЭКР-Р со счетчиками в исполнении «2У» в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_{\max} .

9.2 Определение относительной погрешности при измерении абсолютного давления

Примечание – Допускается не проводить операции по пункту 9.2 в случае, если корректор объема газа ЭК270 из состава комплекса поверен по своей методике поверки и с момента поверки он не находился в эксплуатации.

Определение относительной погрешности при измерении давления производят в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерения, указанному в паспорте, включая крайние точки. Погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученном при приближении к нему как со стороны меньших значений (при прямом ходе), так и со стороны больших значений (при обратном ходе). Перед поверкой при обратном ходе преобразователь давления выдерживают в течение 1 минуты при верхнем предельном значении измеряемой величины.

Подключают эталон давления ко входу преобразователя абсолютного давления корректора. В ходе проверки давление в каждой точке задают с отклонением не более $\pm 1\%$. В каждой точке производят по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычисляют относительную погрешность при измерении абсолютного давления δ_p , % по формуле

$$\delta_p = \frac{P_{Kij} - P_{Эij}}{P_{Эij}} \cdot 100, \quad (8)$$

где P_{Kij} – значение давления, измеренное комплексом, МПа;
 $P_{Эij}$ – значение давления, измеренное эталоном давления, МПа. Допускается абсолютное давление определять как сумму избыточного давления и атмосферного.

Результаты определения относительной погрешности при измерении абсолютного давления считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,35\%$.

9.3 Определение относительной погрешности измерения температуры

Примечание – Допускается не проводить операции по пункту 9.3 в случае, если корректор из состава комплекса поверен по своей методике поверки и с момента поверки он не находился в эксплуатации.

Относительную погрешность измерения температуры определяют в трех точках диапазона измерения: 253,15 К (минус 20 °С); 293,15 К (20 °С); 333,15 К (60 °С) с отклонением от заданного значения не более ± 1 К (°С). При каждом экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек проводят не менее одного измерения.

Температуру воспроизводят с помощью термостата в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1. В термостат помещают чувствительный элемент термопреобразователя сопротивления комплекса и эталона температуры.

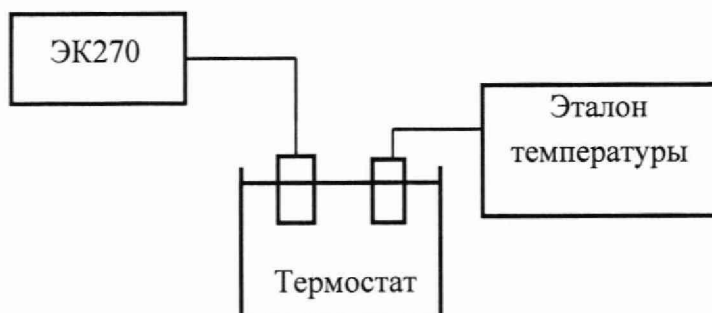


Рисунок 1 – Схема определение относительной погрешности измерения температуры

Перед каждым измерением выдерживают время, обеспечивающее стабилизацию показаний, но не менее 1 минуты, и считывают значения температуры с корректора и эталона температуры.

Рассчитывают относительную погрешность измерения температуры δ_T , % при каждом измерении по формуле

$$\delta_T = \frac{T_{изм} - T_{Эт}}{T_{Эт}} \cdot 100, \quad (9)$$

где $T_{изм}$ – значение температуры, измеренное комплексом, К;
 $T_{Эт}$ – значение температуры, измеренное эталоном температуры, К.

Результаты определения относительной погрешности измерения температуры считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,1\%$.

9.4 Определение относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости

Примечание – Допускается не проводить операции по пункту 9.4 в случае, если корректор из состава комплекса поверен по своей методике поверки и с момента поверки он не находился в эксплуатации.

Для определения относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости используют схему, представленную на рисунке 2

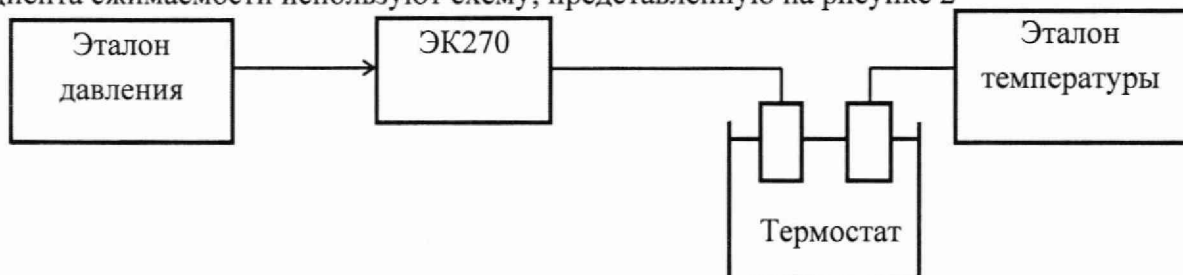


Рисунок 2 – Схема определения относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости

Преобразователь давления комплекса подключают к эталону давления, а преобразователь температуры комплекса опускают в термостат.

С клавиатуры корректора вводят исходные данные, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные

№	Параметр	Показатели	Единицы измерения
1	Диоксид углерода (CO ₂)	0	моль, %
2	Азот (N ₂)	0,65	моль, %
3	Плотность при стандартных условиях	0,6714	кг/м ³
4	Температура при стандартных условиях	293,15	К
5	Давление при стандартных условиях	101,325	кПа

Измерения проводят в трех точках в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Точки давления и температуры

№ измерения	Значение давления, МПа	Значение температуры, К
1	P _{мин} *	333,15
2	(P _{макс} +P _{мин})/2	293,15
3	P _{макс}	253,15

* Если нижний предел (P_{мин}) применяемого преобразователя давления ниже 0,1 МПа, то при определении относительной погрешности приведения рабочего объема газа к стандартным условиям P_{мин}=0,1 МПа.

Примечание – P_{мин} и P_{макс} нижний и верхний пределы диапазоны измерения соответственно, приведенные в паспорте.

Перед каждым измерением выдерживают время, обеспечивающее стабилизацию показаний, но не менее 1 минуты, и считывают коэффициент коррекции, измеренный комплексом, C , значение температуры, измеренное эталоном температуры, $T_{эм}$, °С, значение давления, измеренное эталоном давления, $P_{эм}$, кПа.

Рассчитывают относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости δ_C , %, по формуле

$$\delta_C = \frac{C - C_{расч}}{C_{расч}} \cdot 100, \quad (10)$$

где C – коэффициент коррекции, вычисленный комплексом;

$C_{расч}$ – расчетное значение коэффициента коррекции, рассчитанное по формуле

$$C_{расч} = \frac{T_0 \cdot P_{эм}}{P_0 \cdot T_{эм} \cdot K.n}, \quad (11)$$

где T_0 – температура при стандартных условиях, равная 293,15 К;

$P_{эм}$ – значение давления, измеренное эталоном давления, кПа;

- P_0 – давление при стандартных условиях, равное 101,325 кПа;
 $T_{эм}$ – значение температуры, измеренное эталоном температуры, К;
 $K.n$ – коэффициент сжимаемости газа, рассчитанный по ГОСТ 30319.2–2015.

Примечание – Рассчитанные значения коэффициента коррекции приведены в приложении А. Допускается рассчитывать коэффициент сжимаемости с помощью программного комплекса «Расходомер ИСО» или использовать значения коэффициентов коррекции из приложения А при условии, что заданная температура отличается от контрольной не более чем на 0,1 К и заданное давление отличается от контрольного не более чем на 0,01 %.

Результаты определения относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,37$ %.

9.5 Определение основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений разности давлений

Примечание – Операции по пункту 9.5 проводят при наличии в составе комплекса преобразователя разности давлений. Допускается не проводить операции по пункту 9.5 в случае, если корректор из состава комплекса поверен по своей методике поверки и с момента поверки он не находился в эксплуатации.

Определение основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений разности давлений производят в трех точках $0,1 \cdot P_{\text{макс}}$; $0,5 \cdot P_{\text{макс}}$; $P_{\text{макс}}$, где $P_{\text{макс}}$ – верхний предел измерения разности давлений, кПа.

Перед проведением поверки проводят контроль «нуля» и при необходимости «коррекцию нуля» следующим образом:

- открывают замок поставщика газа;
- с помощью вентильного блока выравнивают давление в обеих камерах датчика разности давлений:

- а) открывают уравнивательный вентиль;
- б) закрывают вентиль, маркированный «–»;
- в) закрывают вентиль, маркированный «+»;
- г) выдерживают 1-2 минуты;

- в случае, если значение разности давлений не равно нулю, то проводят корректировку нуля;

- корректировку нуля проводят вводом корректирующего значения, равного разности давлений на счетчике с обратным знаком в меню «Давление», подменю « Δp » пункт « Δp Кор». После ввода корректирующего значения контролируют повторно значение « Δp Тек».

Подключают вход «плюс» преобразователя разности давлений корректора к эталону давления. В ходе проверки давление в каждой точке задают с отклонением не более ± 1 %. В каждой точке производят по одному измерению и вычисляют приведенную к верхнему пределу измерений погрешность измерений разности давлений $\gamma_{\Delta P}$, %, по формуле

$$\gamma_{\Delta P} = \frac{\Delta P_{Kij} - \Delta P_{Эij}}{\Delta P_{\text{макс}}} \cdot 100, \quad (12)$$

- где ΔP_{Kij} – значение разности давлений, измеренное комплексом, кПа;
 $\Delta P_{Эij}$ – значение разности давлений, измеренное эталоном давления, кПа;
 $\Delta P_{\text{макс}}$ – верхний предел измерений разности давлений, кПа.

Результаты определения основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений разности давлений считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает $\pm 0,1$ %.

9.6 Определение абсолютной погрешности измерений температуры для контроля технологических параметров

Примечание – Операции по пункту 9.6 проводят при наличии в составе комплекса дополнительного преобразователя температуры для контроля технологических параметров. Допускается не проводить операции по

пункту 9.6 в случае, если корректор из состава комплекса поверен по своей методике поверки и с момента поверки он не находился в эксплуатации.

Абсолютную погрешность измерения температуры для контроля технологических параметров определяют в трех точках диапазона измерения: 233,15 К (минус 40 °С); 293,15 К (20 °С); 333,15 К (60 °С) с отклонением от заданного значения не более ± 1 К (°С). При каждом экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек проводят не менее одного измерения.

Температуру воспроизводят с помощью термостата в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1. В термостат помещают чувствительный элемент термопреобразователя сопротивления комплекса и эталона температуры.

Перед каждым измерением выдерживают время, обеспечивающее стабилизацию показаний, но не менее 1 минуты, и считывают значения температуры с корректора и эталона температуры.

Рассчитывают абсолютную погрешность измерения температуры для контроля технологических параметров Δ_{Tt} , К, при каждом измерении по формуле

$$\Delta_{Tt} = T_{изм} - T_{эт}, \quad (13)$$

где $T_{изм}$ – значение температуры, измеренное комплексом, К;
 $T_{эт}$ – значение температуры, измеренное эталоном температуры, К.

Результаты определения абсолютной погрешности измерения температуры для контроля технологических параметров считают положительными, если при каждом измерении рассчитанная погрешность не превышает ± 1 К.

10 Проверка отсутствия потерь счетных импульсов и герметичности

10.1 После определения метрологических характеристик подсоединяют датчик импульсов (кроме удаленного монтажа), проводят соединение импульсных линий и протяжку соединений, устанавливают и фиксируют преобразователь температуры.

10.2 Проводят проверку отсутствия потерь счетных импульсов. Подключают датчик импульсов корректора к счетчику газа. При помощи эталона расхода газа или иного источника расхода воздуха задают объемный расход в диапазоне от $0,1 \cdot Q_{max}$ до Q_{max} . В момент получения корректором электрического импульса от счетчика газа считывают начальные значения накопленного объема газа при рабочих условиях с механического отсчетного устройства счетчика и дисплея корректора. В течение не менее 1 минуты через комплекс пропускают объем газа (не менее двух полных оборотов последнего ролика механического отсчетного устройства счетчика газа). В момент прохождения электрического импульса со счетчика на электронный корректор считывают конечные значения накопленного объема газа при рабочих условиях с отсчетного устройства счетчика и дисплея корректора. Показания счетчика считывают без учета младшего разряда механического отсчетного устройства.

Приращение накопленного объема газа при рабочих условиях по показаниям отсчетного устройства должно соответствовать показаниям с дисплея корректора.

10.3 Проводят проверку герметичности комплекса подачей воздуха от источника сжатого воздуха с давлением, равным максимальному рабочему для датчика давления данного комплекса или максимальному рабочему давлению счетчика, входящего в комплекс (в зависимости от того, какое значение меньше), в рабочую полость корпуса полностью собранного комплекса (с установленным на нем датчиком температуры и подсоединенным к штуцеру датчиком давления).

Комплекс считается выдержавшим испытание, если после завершения переходных процессов (не менее 2 минут) не наблюдается падение давления по манометру в течение не менее 10 минут.

Допускается проверку на герметичность проводить методом обмыливания.

Комплекс считается выдержавшим испытания на герметичность, если в течение 5 минут не наблюдается выхода пузырьков воздуха при обмыливании.

Примечание – В случае раздельного монтажа счетчика газа и корректора, проверку на герметичность не проводят.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Комплекс соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки считают положительными, если результаты поверки по пунктам 9.1 – 9.6 положительные, пределы допускаемой относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, без учета погрешности определения исходных данных для вычисления коэффициента сжимаемости принимают равными:

– $\pm 2,1$ % для исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_t ;

– $\pm 1,1$ % для исполнения СГ-ЭКР-Т, СГ-ЭКР-Р в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_t до Q_{\max} включ.;

– $\pm 1,0$ % для исполнения СГ-ЭКР-Р со счетчиками в исполнении «2У» в диапазоне объемных расходов при рабочих условиях от Q_{\min} до Q_{\max} .

12 Оформление результатов поверки средства измерений

12.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

12.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

12.3 Комплексы, прошедшие поверку, подлежат пломбировке путем нанесения знака поверки давлением клейма на пломбу в соответствии с описанием типа.

12.4 По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

Приложение А
(рекомендуемое)

Коэффициенты коррекции для метода по ГОСТ 30319.2–2015

Таблица А.1 – Исходные данные для расчета коэффициентов коррекции по ГОСТ 30319.2–2015

Наименование	Значение
Содержание диоксида углерода (CO ₂), %	0
Содержание азота (N ₂), %	0,65
Плотность газа при стандартных условиях, кг/м ³	0,6714

Таблица А.2 – Коэффициенты сжимаемости и коэффициента коррекции

P, бар	P, МПа	T, К	Эталонный коэффициент сжимаемости K	Эталонный коэффициент коррекции $K_{кор;ЭТ}$
1	0,1	333,15	1,00076	0,867767798
1,5	0,15		1,00019	1,302393498
2	0,2		0,99963	1,737492264
4	0,4		0,99740	3,482774871
7	0,7		0,99407	6,115266877
10	1		0,99077	8,76517559
12	1,2		0,98859	10,54140505
14	1,4		0,98643	12,32529815
15	1,5		0,98535	13,22011059
22	2,2		0,97792	19,53677258
28	2,8		0,97172	25,02376155
40	4		0,95980	36,19216175
1,4	0,14		293,15	0,99933
2	0,2	0,99823		1,977344456
3	0,3	0,99641		2,971443224
4,5	0,45	0,99368		4,46941481
5,4	0,54	0,99204		5,372142523
5,5	0,55	0,99186		5,472630653
6	0,6	0,99095		5,975612922
11	1,1	0,98190		11,05630828
12	1,2	0,98009		12,08362798
21	2,1	0,96398		21,49976722
24,5	2,45	0,95778		25,24537895
38,5	3,85	0,93348		40,7044064
49	4,9	0,91588		52,80073205
55	5,5	0,90614		59,9036343
66	6,6	0,88896		73,27310827
70	7	0,88297		78,24128443
2	0,2	253,15		0,99589
5	0,5		0,98687	5,790363815
7,5	0,75		0,97932	8,752506407
10	1		0,97174	11,76101564
20	2		0,94117	24,2861234
35	3,5		0,89469	44,70847379
55	5,5		0,83252	75,50267263
70	7		0,78725	101,6208754
75	7,5		0,77278	110,917