

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИЦ
ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

МП

«12»

Декабрь

2013 г.

РАСХОДОМЕРЫ TURBO FLOW GFG

Методика поверки

МП 57146-14

г. Москва
2013 г.

Настоящая методика распространяется на расходомеры Turbo Flow GFG (далее - расходомеры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Первичная поверка проводится на предприятии – изготовителе при выпуске из производства.

Расходомеры Turbo Flow GFG модификации F, ΔP и Z при выпуске из производства поверяются проливным методом или методом поэлементной поверки.

Расходомеры Turbo Flow GFG модификации H при выпуске из производства и при периодической поверке поверяются только проливным методом.

Интервал между поверками 3 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2.1		
Проверка функционирования	7.2.2		
Определение относительной погрешности при измерении расхода газа: - проливным методом - методом поэлементной поверки - имитационным методом на месте эксплуатации	7.3	да	да
	7.3.1	да	да
	7.3.2	да	да
	7.3.3	нет	да
Определение погрешности при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал	7.4	да	да
Определение погрешности при измерении постоянного тока (от 4 до 20 мА)	7.5	да	да
Определение абсолютной погрешности при измерении температуры*	7.6	да	да
Определение относительной погрешности при измерении давления**	7.7	да	да
Определение погрешности вычислителя ВП ***	7.8	да	нет
* для расходомеров исполнений C1T, C1TP, C1TRP, C2TP, C2TRP; ** для расходомеров исполнений C1TP, C1TRP, C2TP, C2TRP; *** для расходомеров исполнений C1T, C1TP, C1TRP, C2TP, C2TRP;			

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта	Наименование средства измерения, его технические характеристики
Внешний осмотр	7.1	Визуально
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2.1	Визуально

Наименование операции	Номер пункта	Наименование средства измерения, его технические характеристики
Проверка функционирования	7.2.2	СИ согласно п. 7.3
Определение относительной погрешности при измерении расхода газа в рабочих условиях	7.3	<p>Установка поверочная УПСГ-1600, диапазон расходов от 0,8 до 1600 м³/ч, пределы относительной погрешности ± 0,31 %</p> <p>Установка поверочная СПУ-ПГ-2М, диапазон расходов от 6 до 16000 м³/ч, пределы относительной погрешности ± 0,3 %</p> <p>Установка поверочная СПУ-5, диапазон расходов от 0,016 до 25 м³/ч, пределы относительной погрешности ± 0,35 % (± 0,45 %)</p> <p>Мановакуумметр U-образный, ВПИ 3600 Па, КТ 4</p> <p>Частотомер универсальный GFC-8131Н, диапазон от 0,01 Гц – 120 МГц, ПГ ± 1·10⁻⁶</p> <p>Термогигрометр ИВТМ-7, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 99 %, пределы относительной погрешности ± 2 %;</p> <p>диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, пределы абсолютной погрешности ± 0,2 °С</p> <p>Барометр – aneroid М – 67, диапазон от 80 до 120 кПа, пределы относительной погрешности ± 0,1 %</p> <p>Штангенциркуль по ГОСТ 166-80 Шц II – 250-0,05 диапазон измерений от 0 до 250 мм, пределы абсолютной погрешности ± 0,05 мм</p> <p>Линейка измерительная металлическая, диапазон от 0 до 500 мм, пределы абсолютной погрешности ± 0,15 мм</p> <p>Нутромер индикаторный НИ-1000, диапазон измерений от 50 до 1600 мм, пределы абсолютной погрешности ± 0,015 мм</p>
Определение погрешности при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал	7.4	<p>Частотомер универсальный GFC-8131Н, диапазон от 0,01 Гц – 120 МГц, ПГ ± 1·10⁻⁶</p> <p>Мультиметр АМ-7030, диапазон от 5 до 500 мА, пределы относительной погрешности ± (0,0006 I_{изм.} + 3 е.м.р.)</p> <p>Источник постоянного тока Б5-71, диапазон от 0 до 30 В, пределы абсолютной погрешности ± 200 мВ</p>
Определение относительной погрешности при измерении сигналов постоянного тока (от 4 до 20 мА)	7.5	Мультиметр АМ-7030, диапазон от 5 до 00 мА, пределы относительной погрешности ± (0,0006 I _{изм.} + 3 е.м.р.)
Определение абсолютной погрешности при измерении температуры	7.6	<p>Термостат жидкостный Термотест-100, диапазон от минус 30 до плюс 100 °С, нестабильность ± 0,01 °С, неоднородность ± 0,01 °С</p> <p>Камера климатическая Табай мини сабзеро МС-81, диапазон от минус 85 до плюс 180 °С, погрешность поддержания ± 2 °С</p> <p>Эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от минус 196 до 0 °С 3 разряд</p> <p>Эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от 0 до 660 °С 3 разряд</p> <p>Мультиметр многоканальный прецизионный Метран-514-ММП, диапазон от 0 до 2000 Ом, пределы абсолютной погрешности ± (0,025 ИВ + 0,02 Ом)</p>

Наименование операции	Номер пункта	Наименование средства измерения, его технические характеристики
Определение относительной погрешности при измерении давления	7.7	Калибратор давления портативный Метран-517, диапазон от 0 до 60 МПа, пределы относительной погрешности $\pm (0,02 - 0,1) \%$
Определение относительной погрешности вычислителя ВП при вычислении массового расхода и массы газа, объема, объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям	7.8	ПО АРМ «GFG View»

Примечания:

- Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых расходомеров с требуемой точностью и поверенных (аттестованных) в установленном порядке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.
- Точное значение расхода в поверочных установках с критическими соплами определяется применяемыми критическими соплами и указывается в сертификате (свидетельстве) о калибровке (поверке) на них.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие техническую документацию на расходомер, эксплуатационную документацию на используемые при проведении поверки средства измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

4 Требования безопасности

4.1 При поверке расходомеров необходимо соблюдать требования техники безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на расходомеры и средства поверки.

4.2 Электрооборудование, предусматривающее заземление, должно быть заземлено в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81.

4.3 Монтаж и демонтаж расходомера должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| - поверочная среда | воздух или газ известного состава |
| - температура окружающего воздуха и поверочной среды, °С | от 15 до 25 |
| - относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | от 84,0 до 106,7 |
| - разность температур окружающего воздуха и поверочной среды, не более, °С | 1 |
| - скорость изменения температуры окружающего воздуха и поверочной среды, не более, °С/ч | 1 |

Примечание – При поверке расходомеров имитационным методом на месте эксплуатации или применении поверочных установок с измеряемой средой - газ известного состава (в том числе природный) допускается проведение поверки при температуре окружающего воздуха от минус 22 до плюс 55 °С и относительной влажности от 20 до 90 %.

В случае применения в качестве измеряемой среды природного газа необходимо обеспечить контроль его компонентного состава в соответствии с требованиями ГОСТ 31371-2008, ГОСТ 31370-2008, ГОСТ 14920-79 с использованием потоковых либо лабораторных хроматографов.

6 Подготовка к поверке

6.1 Расходомеры и средства поверки подготавливают к работе в соответствии с эксплуатационной и технической документацией на них.

6.2 Поверяемые расходомеры и средства поверки должны быть выдержаны в помещении, где проводится поверка, не менее 1 часа.

6.3 Расходомеры должны быть представлены на поверку с паспортом и руководством по эксплуатации.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

- соответствие комплектности, маркировки, пломбирования расходомера требованиям, указанным в эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых повреждений и механических дефектов, препятствующих применению расходомера.

По результатам внешнего осмотра делают отметку в протоколе поверки.

Результаты поверки считают положительными, если расходомер удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям.

Расходомер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.2 Опробование

7.2.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения расходомеров.

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» включает:

- определение идентификационного наименования программного обеспечения;
- определение номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения;
- определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения.

Включить расходомер. После подачи питания встроенное ПО расходомера выполняет ряд само диагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета и публикации контрольной суммы.

При этом на показывающем устройстве расходомера должны отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор (контрольная сумма) ПО.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО расходомера (идентификационное наименование, номер версии (идентификационный номер) и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, указанным в подразделе «Программное обеспечение» раздела «Описание средства измерений» описания типа расходомера:

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)
GFG	4.45	0x3C1CC82F

7.2.2 Проверка функционирования заключается в проверке работоспособности поверяемого расходомера и его отдельных компонентов. Проверка может осуществляться при помощи персонального компьютера (далее ПК) и установленного программного обеспечения (далее ПО) – АРМ «GFG View», либо непосредственно при помощи встроенного интерфейса показывающего устройства расходомера.

При проверке расходомеров проливным или методом поэлементной поверки убеждаются в изменении показаний расходомера при изменении расхода газа на поверочной установке.

При проверке имитационным методом на месте эксплуатации убеждаются в показаниях расходомера по измерительным каналам расхода, давления и температуры до выполнения процедуры определения метрологических характеристик.

По результатам опробования делают отметку в протоколе поверки.

Результаты опробования считают положительными, если значение расхода газа по показаниям расходомера отличны от нуля, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в п. 5.

Расходомер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.3 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа

7.3.1 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа в рабочих условиях проливным методом на поверочной установке

Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях проводятся при следующих значениях объемного расхода газа Q_j : Q_{\max} , $0,5 Q_{\max}$, $0,25 Q_{\max}$, $0,1 Q_{\max}$, $0,05 Q_{\max}$, $0,01 Q_{\max}$ и Q_{\min} . Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода (не менее 7 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону.

Отклонение расходов, задаваемых эталонной установкой от вышеприведенных значений:

- 5 % - для Q_{\max} ;
- + 10 % - для Q_{\min} ;
- ± 10 % - для остальных расходов.

Рабочая среда – природный газ или воздух.

С помощью средств измерений, входящих в состав установки, необходимо измерить абсолютное давление и температуру в месте установки поверяемого расходомера, потерю давления на поверяемом расходомере, а также температуру газа перед эталонными критическими соплами или эталонными расходомерами.

Действительное значение расхода газа в рабочих условиях (Q_{op}) в поверяемом расходомере вычислить по формуле 1 при использовании эталонных критических сопел или определить в соответствии с эксплуатационной документацией на поверочную установку другого типа.

$$Q_{op} = \left[1 - \frac{\Delta P}{P_g} \right] \cdot \sqrt{\frac{273,15 + t_g}{293,15}} \cdot Q_{20} \cdot \frac{1}{\kappa_\varphi}; \quad (1)$$

где:

- ΔP - потери давления на расходомере, кПа;
- P_g - абсолютное давление в расходомере, кПа;
- t_g - температура воздуха, °С;
- κ_φ - поправочный коэффициент на влажность воздуха при применении воздуха в качестве измеряемой среды (Таблица А.1 Приложения А);
- Q_{20} - объемный расход через эталонное критическое сопло при 20 °С, м³/ч (находится из сертификата о калибровке или свидетельства о поверке сопел).

Считать не менее 50 значений показаний объемного расхода по поверяемому расходомеру с периодичностью, равной или большей времени одного независимого

измерения, вычислить среднее арифметическое значение Q_p . С целью автоматизации процесса поверки используется ПО АРМ «GFG View» - раздел «Тест канала Q».

Вычислить относительную погрешность при измерении расхода газа поверяемым расходомером по формуле 2:

$$\delta = \frac{Q_p - Q_{др}}{Q_{др}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где:

Q_p – значение объемного расхода, измеренного расходомером, м³/ч;

$Q_{др}$ – действительное значение объемного расхода, измеренного установкой, м³/ч.

Данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях не превышает:

в диапазоне расходов:

$$\begin{array}{ll} Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max} & \pm 1,5 \% \\ 0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max} & \pm 1,0 \% \end{array}$$

В случае невозможности обеспечить необходимые диапазоны расходов при помощи поверочной установки поверка расходомеров исполнений GFG-F и GFG-Z, а также всех расходомеров исполнения GFG-ΔP проводится в соответствии с п. 7.3.2 или п.7.3.3.

7.3.2 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа методом поэлементной поверки.

7.3.2.1 Поверка преобразователя расхода (далее ПР)

Проводят демонтаж преобразователя расхода с устройства формирования расхода (далее УФР). Устанавливают ПР через входящий в комплект установочный блок (УПБ) на поверочную установку (Приложение Б).

Определение относительной погрешности при измерении преобразователем расхода (ПР) объемного расхода газа в рабочих условиях проводятся при следующих значениях объемного расхода газа $Q_{прj}$: $Q_{пр\max}$, $0,5 Q_{пр\max}$, $0,25 Q_{пр\max}$, $0,1 Q_{пр\max}$, $0,05 Q_{пр\max}$, $0,01 Q_{пр\max}$ и $Q_{пр\min}$, где значения $Q_{пр\max}$ ($Q_{пр\min}$), - паспортные значения максимального (минимального) расхода, измеряемого преобразователем расхода ПР.

Допускается производить измерения в произвольном числе равно распределенных значений расхода (не менее 7 точек). Для удобства допускается округление дробной доли расхода в большую или меньшую сторону.

Отклонение расходов, задаваемых эталонной установкой от вышеприведенных значений:

- 5 % - для Q_{\max} ;
- + 10 % - для Q_{\min} ;
- ± 10 % - для остальных расходов.

С помощью средств измерений, входящих в состав установки, необходимо измерить абсолютное давление и температуру в месте установки поверяемого преобразователя расхода, потерю давления на преобразователе расхода, а также температуру газа перед эталонными критическими соплами или эталонными расходомерами.

Действительное значение расхода ($Q_{др}$) газа в рабочих условиях в поверяемом ПР вычислить по формуле 3 при использовании эталонных критических сопел или определить в соответствии с эксплуатационной документацией на поверочную установку другого типа:

$$Q_{др} = \left[1 - \frac{\Delta P}{P_g} \right] \cdot \sqrt{\frac{273,15 + t_g}{293,15}} \cdot Q_{20} \cdot \frac{1}{K_\varphi}; \quad (3)$$

где:

- ΔP - потери давления на расходомере, кПа;
- P_g - абсолютное давление в расходомере, кПа;
- t_g - температура воздуха, °С;

- κ_φ - поправочный коэффициент на влажность воздуха при применении воздуха в качестве измеряемой среды (Таблица А.1 Приложения А);

- Q_{20} - объемный расход через эталонное критическое сопло при 20 °С, м³/ч (находится из сертификата о калибровке или свидетельства о поверке сопел).

Перевести ПР в режим «ПОВЕРКА» с помощью ПО АРМ«GFG View» - раздел «Тест канала Q».

Считать не менее 50 значений показаний объемного расхода по ПР с периодичностью, равной или большей времени одного независимого измерения, вычислить среднее арифметическое значение Q_p . С целью автоматизации процесса поверки используется ПО АРМ«GFG View» - раздел «Тест канала Q».

Вычислить относительную погрешность при измерении расхода газа (δQ_δ) поверяемым расходомером по формуле 4:

$$\delta = \frac{Q_p - Q_{др}}{Q_{др}} * 100\% \quad (4)$$

где:

Q_p – значение объемного расхода, измеренного ПР, м³/ч;

$Q_{др}$ – действительное значение объемного расхода, измеренного установкой, м³/ч.

Данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность ПР при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях не превышает:

в диапазоне расходов:

$$Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max} \quad \pm 1,5\%;$$

$$0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max} \quad \pm 1,0\%.$$

7.3.2.2 Проверка геометрических параметров УФР

Условия поверки

Температура окружающего воздуха: (20 ± 5) °С. Изменение температуры окружающего воздуха за время поверки: не более 3°С.

Диафрагмы и средства поверки выдерживают в помещении, в котором проводят поверку, не менее 3 часов.

Относительная влажность, температура воздуха и атмосферное давление должны соответствовать требованиям технической документации на применяемые средства поверки.

Поверка геометрических параметров УФР расходомеров Turbo Flow GFG модификации F выполняется путем определения геометрических параметров установленной диафрагмы с коническим входом специального износоустойчивого исполнения по ТУ 4213-014-70670506-2013 Расходомер Turbo Flow GFG. Технические условия.

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр;
- определение внутреннего диаметра диафрагмы - d_{20} ;
- определение толщины диафрагмы - E_d ;
- определение внутреннего диаметра УФР - D ;

Внешний осмотр

При внешнем осмотре визуально устанавливают отсутствие заусенцев и рисок на цилиндрической части отверстия d_{20} , проверяют соответствие маркировки, указанной в паспорте на расходомер диафрагму расходомера.

Определение внутреннего диаметра диафрагмы

Измерение внутреннего диаметра диафрагмы производят по схеме, приведенной в приложении В, в четырех сечениях, расположенных под приблизительно равными углами 45° друг к другу.

За действительное значение d_{20} принимают среднее арифметическое значение результатов измерений.

Результаты измерений не должны отличаться от среднего арифметического значения более чем на 0,05 мм.

Отклонение среднего значения внутреннего диаметра от номинального значения (указанного в паспорте на расходомер) не должно отличаться более чем на 0,05 мм.

Определение толщины диафрагмы

За толщину диафрагмы считают ширину цилиндрической части сквозного отверстия. Измерение толщины диафрагмы производят по схеме, приведенной в приложении В, в четырех сечениях, расположенных под приблизительно равными углами 45° друг к другу.

За действительное значение E_d принимают среднее арифметическое значение результатов измерений.

Результаты измерений не должны отличаться от среднего арифметического значения более чем на 0,1 мм.

Отклонение среднего значения толщины диафрагмы от номинального значения (указанного в паспорте на расходомер) не должно отличаться более чем на 0,1 мм.

Определение внутреннего диаметра УФР

Измерение внутреннего диаметра УФР производят по схеме, приведенной в приложении В, в четырех сечениях, расположенных под приблизительно равными углами 45° друг к другу в месте, максимально приближенном к установленной диафрагме.

За действительное значение D принимают среднее арифметическое значение результатов измерений.

Результаты измерений не должны отличаться от среднего арифметического значения более чем на 0,1 мм.

Отклонение среднего значения внутреннего диаметра от номинального значения (указанного в паспорте на расходомер) не должно отличаться более чем на 0,1 мм.

Поверка геометрических параметров УФР расходомеров Turbo Flow GFG модификации ΔP проводятся в соответствии с МИ 2585-2000, ГОСТ 8.586-2005.

7.3.3 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа на месте эксплуатации

Метод применяется при проведении периодической поверки в условиях эксплуатации для расходомеров Turbo Flow GFG модификации ΔP , Z и F.

Проверка проводится в эксплуатационных (рабочих) условиях при установившемся режиме газопотребления.

7.3.3.1 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа расходомеров Turbo Flow GFG модификации ΔP .

При установившемся режиме газопотребления считывают показания по параметрам расхода газа, температуры и давления визуальным способом по показывающему устройству вычислителя параметров либо с помощью ПО АРМ «GFG View». Определяют среднее арифметическое значение расхода по формуле 5:

$$Q_{сч} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} Q_i \quad (5)$$

В места для подключения средств измерений перепада давления (приложение Г – место для подключения СИ перепада давления) подключают эталонный датчик разности давлений, при этом значение относительной погрешности результата измерений перепада давления должно составлять не более $\pm 0,25$ %. Допускается использование датчика перепада давления, поставляемого в составе расходомера, устанавливаемого на первичный преобразователь.

Выполняют перекрытие потока измеряемой среды, поступающей в первичный преобразователь расходомера (приложение Г – вентильный блок).

Выполняют измерения перепада давления, давления и температуры газа. Вводят данные о составе газа, геометрические параметры УФР и местного сужающего устройства (диафрагмы), указанные в паспорте на расходомер, в программное обеспечение «Расходомер ИСО». Допускается применение любого сертифицированного программного обеспечения,

предназначенного для выполнения расчета расхода методом переменного измерения переменного перепада давления на сужающих устройствах.

Выполняют расчет значений расхода с помощью программы «Расходомер ИСО» и определяют среднее арифметические значения по формуле 6:

$$Q_{исо} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} Q_i \quad (6)$$

Определяют относительную разность результатов измерений по формуле 7:

$$\delta = \frac{Q_{сч} - Q_{исо}}{Q_{сч}} \cdot 100 \% \quad (7)$$

Данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность расходомера при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях не превышает:

в диапазоне расходов:

$$\begin{aligned} Q_{\min} \leq Q < 0,01 Q_{\max} & \pm 1,5 \% ; \\ 0,01 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max} & \pm 1,0 \% . \end{aligned}$$

7.3.3.2 Определение относительной погрешности при измерении расхода газа расходомеров Turbo Flow GFG модификации F и Z.

Определение относительной погрешности расходомера в рабочих условиях (на месте эксплуатации) выполняется путем сличения измеренных значений перепада давления $\Delta P_{изм}$ ($Q_{изм}$) и частоты $f_{изм}$ с паспортными значениями перепада давления ΔP_n (Q_n), соответствующего определенному значению частоты f_n .

В места для подключения средств измерений перепада давления (приложение Г – место для подключения СИ перепада давления) подключают эталонный датчик разности давлений, при этом значение относительной погрешности результата измерений перепада давления должно составлять не более $\pm 0,25 \%$.

Допускается использование датчика перепада давления, поставляемого в составе расходомера, устанавливаемого на первичный преобразователь.

Поочередно, в семи точках, равномерно расположенных по всему диапазону измерений (или эксплуатационному диапазону), с обязательным включением Q_{\min} и Q_{\max} , установить значения перепада ΔP_i , (Q_i) и измерять частоту f_i .

В каждой поверочной точке зафиксировать не менее десяти значений перепада ΔP_i (Q_i) и частоты f_i и определить их среднее арифметические значения:

$$\Delta P_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta P_i \quad \text{и} \quad f_i = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} f_i \quad (8)$$

По полученным значениям ΔP_i , (Q_i) и f_i находится уточненное значение $f_i [Гц]$, соответствующее паспортному значению ΔP_n , в соответствии с формулой 9:

$$f_{расч} = f_i \sqrt{\frac{\Delta P_i}{\Delta P_n}} \quad (9)$$

где: ΔP_i – среднее значение перепада давления по формуле 8;

f_i – среднее значение частоты по формуле 8;

ΔP_n – паспортные значения перепада давления.

Относительная погрешность δ_i определяется по формуле 10:

$$\delta_i = \frac{f_{расч} - f_n}{f_n} \times 100\% \quad (10)$$

Где: $f_{расч}$ – значение частоты при заданном перепаде давления ΔP_i ;

f_n – паспортное значение частоты соответствующее перепаду ΔP_n

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность не превышает $\pm 1 \%$.

7.4 Определение погрешности при преобразовании значения расхода газа в частотный и токовый сигнал

Погрешность определяют при трех значениях расхода в рабочих условиях в трех точках Q_{max} , $0,1 Q_{max}$ и Q_{min} .

К частотному выходу электронного блока подключить частотомер, к токовому выходу – вольтметр универсальный и источник питания постоянного тока (от 12 до 24 В). Допускается применять универсальный калибратор унифицированных сигналов.

С помощью ПО АРМ «GFG View» войти в режиме «Тест выходного сигнал F» и «Тест выходного сигнала I». В тестовом режиме эмуляции значения расхода в расходомере считать значения следующих параметров:

- значение расхода в рабочих условиях $Q_{изм}$ с показывающего устройства расходомера или с дисплея компьютера, м³/ч;
- значение частоты $F_{изм}$ – с частотомера, Гц;
- значение тока $I_{изм}$ – с токовой шкалы вольтметра, мА.

Определить расчетные значения частоты и тока по формулам 11 и 12:

$$F_{расч} = \frac{(F_{max} \cdot Q_{изм})}{Q_{max}} \quad (11)$$

$$I_{расч} = \frac{(I_{max} - I_0) \cdot Q_{изм}}{Q_{max}}, \quad (12)$$

где: - F_{max} , I_{max} и Q_{max} – максимальные значения частоты (Гц), тока (мА) и расхода (м³/ч), заданные для шкалы выходного сигнала;

- I_0 – значение тока, соответствующее нулевому значению расхода, мА, для шкалы выходного сигнала.

Указанные величины F_{max} , I_{max} , Q_{max} и I_0 приведены в паспорте поверяемого расходомера и должны быть внесены в настроечную базу расходомера.

Вычислить относительную погрешность расходомера по частотному выходу в каждой точке расхода по формуле 13:

$$\delta_F = \frac{(F_{изм} - F_{расч})}{F_{расч}} \cdot 100 \%, \quad (13)$$

где $F_{изм}$ - значение частоты с частотомера, Гц.

Результаты поверки считают положительными, если значения относительной погрешности частотного выхода δ_F расходомера находятся в пределах $\pm 0,1 \%$.

Вычислить приведенную погрешность по токовому выходу в каждой точке расхода по формуле 14:

$$\delta_I = \frac{(I_{изм} - I_{расч})}{(I_{max} - I_0)} \cdot 100 \%, \quad (14)$$

где $I_{изм}$ - значение тока с токовой шкалы вольтметра, мА.

Результаты поверки считают положительными, если значения приведенной погрешности токового выхода δ_I расходомера находятся в пределах $\pm 0,1 \%$.

7.5 Определение приведенной погрешности при измерении постоянного тока (от 4 до 20 мА)

Приведенную погрешность при измерении постоянного тока определяют путем сравнения заданного значения постоянного тока калибратором тока и измеренного значения тока расходомером.

К токовому входу расходомера блока интерфейсов подключить калибратор тока согласно схеме указанной в РЭ, последовательно задать калибратором значения 4, 10 и 20 мА.

Считать измеренные значения постоянного тока с показывающего устройства расходомера или с помощью ПО АРМ«GFG View».

Вычислить приведенную погрешность при измерении постоянного тока в каждой точке по формуле 15:

$$\delta_I = \frac{(I_{изм} - I_{расч.})}{(I_{max} - I_0)} \cdot 100 \%, \quad (15)$$

где $I_{изм}$ – измеренное значение постоянного тока, мА;

$I_{расч.}$ – заданное калибратором значение постоянного тока, мА;

$(I_{max} - I_0)$ – диапазон измерений значений постоянного тока, мА.

Расходомер считают прошедшим поверку, если значения приведенной погрешности при измерении постоянного тока находятся в пределах $\pm 0,1 \%$.

7.6 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры газа

7.6.1 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры газа осуществляется методом сличения температуры, измеренной эталонным термометром сопротивления и преобразователем температуры расходомера.

Расходомер модификации Н вместе с эталонным термометром поместить в камеру тепла и холода с погрешностью поддержания температуры не более $\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$. Задать температуру в камере $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

После установления стабильных значений температуры снять показания температуры с показывающего устройства расходомера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления (не менее 10 значений).

Первичный преобразователь температуры расходомеров модификаций F, Z и ΔP помещают в колодец термостата так, чтобы рабочая часть преобразователя была полностью погружена.

Установить режим «Поверка канала T» с помощью программы АРМ«GFG View» раздел «Поверка канала T».

Установить на термостате температуру $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и контролировать выход на режим термостата в соответствии с его эксплуатационной документацией. После установления стабильных значений температуры по индикации готовности термостата зафиксировать показания температуры с цифрового табло расходомера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления (не менее 10 значений).

7.6.2 Определить среднее значение температуры за время измерения, а также среднее значение показаний температуры с поверяемого расходомера по формуле 16:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}, \quad (16)$$

где t_{cp} - среднее значение температуры за время измерения;

N – количество измерений.

7.6.3 Значение абсолютной погрешности расходомера при измерении температуры определить по формуле 17:

$$\Delta t_i = (t_{cp \cdot изм.} - t_{cp \cdot эт.}) \quad (17)$$

7.6.4 Повторить пункты 7.6.1 – 7.6.3 для минимального и максимального значения измеряемой температуры.

7.6.5 Результаты измерений занести в протокол поверки.

Результаты определения абсолютной погрешности расходомеров при измерении температуры считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении температуры находится в пределах $\pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|)$, $^\circ\text{C}$.

Расходомер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.7 Определение относительной погрешности при измерении давления

Определение относительной погрешности при измерении давления проводят с помощью калибратора давления, обеспечивающего создание абсолютного (избыточного)

давления в рабочем диапазоне измерения давления расходомером и программного обеспечения АРМ«GFG View».

Подключить первичный преобразователь давления к калибратору давления. Определить погрешность расходомера при измерении давления в трех контрольных точках:

$$P1 = 0,33 P_{\max};$$

$$P2 = (P1 + P3) / 2;$$

$$P3 = P_{\max}, \text{ где } P_{\max} - \text{ВПИ.}$$

7.3.6.2 При избыточном давлении более 0,1 МПа допускается применение датчика избыточного давления. При этом значение эталонного давления определяется по формуле 18:

$$P_{\text{эт}} = P_{\text{эт.изб}} + P_{\text{бар}}, \quad (18)$$

где $P_{\text{бар}}$ – измеренное барометрическое давление, МПа;

$P_{\text{эт.изб}}$ – значение избыточного давления, заданное эталонным средством, МПа.

7.3.6.3 В каждой точке выполнить по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычислить значение погрешности по формуле 19:

$$\delta_{p_i} = \left(\frac{P_{\text{изм}}}{P_{\text{эм}}} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (19)$$

где $P_{\text{изм}}$ — показание расходомера, МПа – считывается с показывающего устройства расходомера или с монитора компьютера;

$P_{\text{эм}}$ — давление, заданное калибратором или рассчитанное по формуле 8, МПа.

7.3.6.4 Результаты занести в протокол поверки.

Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности при измерении давления находится в пределах $\pm 0,25\%$.

7.8 Определение относительной погрешности вычислителя ВП

При помощи ПО АРМ«GFG View» переводят расходомер в режим «Поверка-Тест-рTZ». Вводят значения параметров расхода Q_p (м³/ч); Абсолютного давления (кПа (Мпа)); Температуры T °С; Параметры, определяющие состав и свойства измеряемой среды – состав газа (моль, %); плотность газа при стандартных условиях (кг/м³). Выбирают алгоритм расчета плотности и коэффициента сжимаемости. Вводят время выполнения измерения (с).

Рекомендуемые тестовые комбинации значений выше указанных параметров используют из Таблиц Д.1, Д.2, Д.3, Д.4 Приложения Д.

Считывают с экрана показывающего устройства расходомера или через ПО «GFG View» - «Тест-рTZ» значения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям Q_c (м³/ч).

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВП при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле 20:

$$\delta_{Q_c} = \frac{(Q_{ci} - Q_{cp})}{Q_{cp}} \cdot 100\% \quad (20)$$

Q_{ci} – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное расходомером;

Q_{cp} – значение объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, теоретически расчетное в соответствии с установленными параметрами расчета по ПО «GFG View» - «Тест-рTZ».

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВП при вычислении объема газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле 21:

$$\delta_{V_c} = \frac{(V_{ci} - V_{cp})}{V_{cp}} \cdot 100\% \quad (21)$$

V_{ci} – значение объема газа, приведенного к стандартным условиям, вычисленное расходомером;

$V_{ср}$ – значение объема газа, приведенного к стандартным условиям, теоретически расчетное в соответствии с установленными параметрами расчета по ПО «GFG View» - «Тест-рTZ».

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВП при вычислении массового расхода газа по формуле 22:

$$\delta_{Q_M} = \frac{(Q_{ми} - Q_{тп})}{Q_{тп}} \cdot 100 \% \quad (22)$$

$Q_{ми}$ – значение массового расхода газа, вычисленное расходомером;

$Q_{тп}$ – значение массового расхода газа, теоретически расчетное в соответствии с установленными параметрами расчета по ПО «GFG View» - «Тест-рTZ».

Вычисляют относительную погрешность вычислителя ВП при вычислении массы газа по формуле 23:

$$\delta_M = \frac{(M_k - M_p)}{M_p} \cdot 100 \% \quad (23)$$

M_i – значение массы газа, вычисленное расходомером;

M_p – значение массы газа, теоретически расчетное в соответствии с установленными параметрами расчета по ПО «GFG View» - «Тест-рTZ».

Результат поверки считают положительным, если рассчитанные погрешности находятся в пределах $\pm 0,02$ %.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы.

8.2 Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте.

8.3 Положительные результаты периодической поверки оформляют записью в паспорте или свидетельством о поверке, форма которого приведена в Приложении 1 ПР 50.2.006.

8.4 Поверительные клейма наносят в соответствии с ПР 50.2.007 и Приложением Е.

8.5 При отрицательных результатах первичной поверки расходомер считают непригодным и в эксплуатацию не допускают.

8.6 При отрицательных результатах периодической поверки расходомер считают непригодным к эксплуатации, поверительное клеймо гасят и оформляют извещение о непригодности расходомера с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1

t, °С	Относительная влажность воздуха, φ, %					
	30	40	50	60	70	80
14	1,00157	1,00130	1,00102	1,00075	1,00047	1,00019
16	1,00146	1,00114	1,00072	1,00052	1,00021	0,9999
18	1,00133	1,00097	1,00051	1,00026	0,9999	0,9995
20	1,00120	1,00080	1,00040	1,00000	0,9996	0,9992
22	1,00103	1,00057	1,00012	0,9996	0,9992	0,9988
24	1,00085	1,00034	0,9998	0,9993	0,9988	0,9983
26	1,00066	1,00008	0,9995	0,9989	0,9983	0,9978

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Поз.	Наименование
1	ПР GFG
2	УПБ

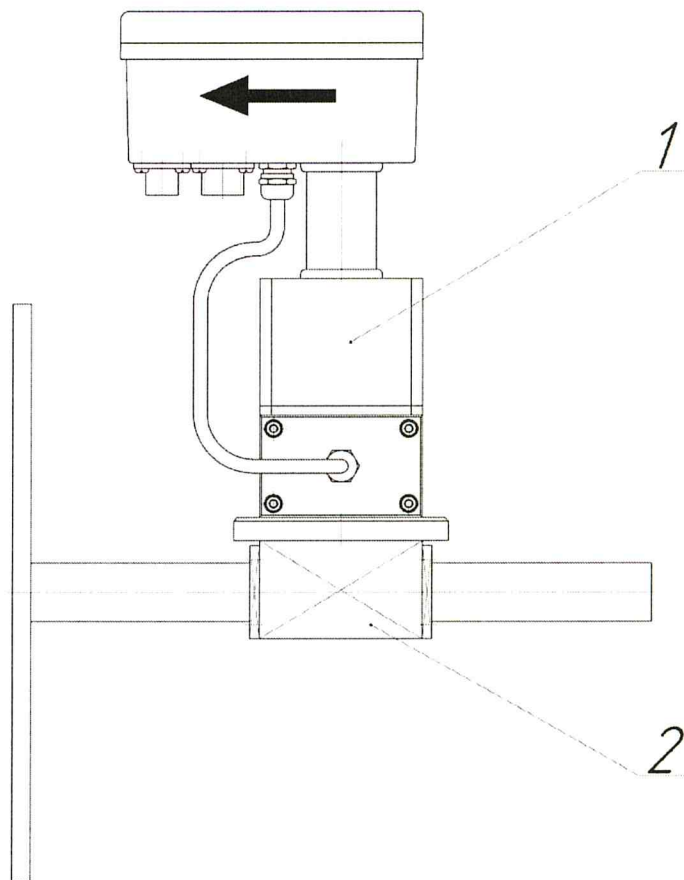


Рисунок Б.1 – Схема установки ПР через установочный блок на поворачную установку

ПРИЛОЖЕНИЕ В

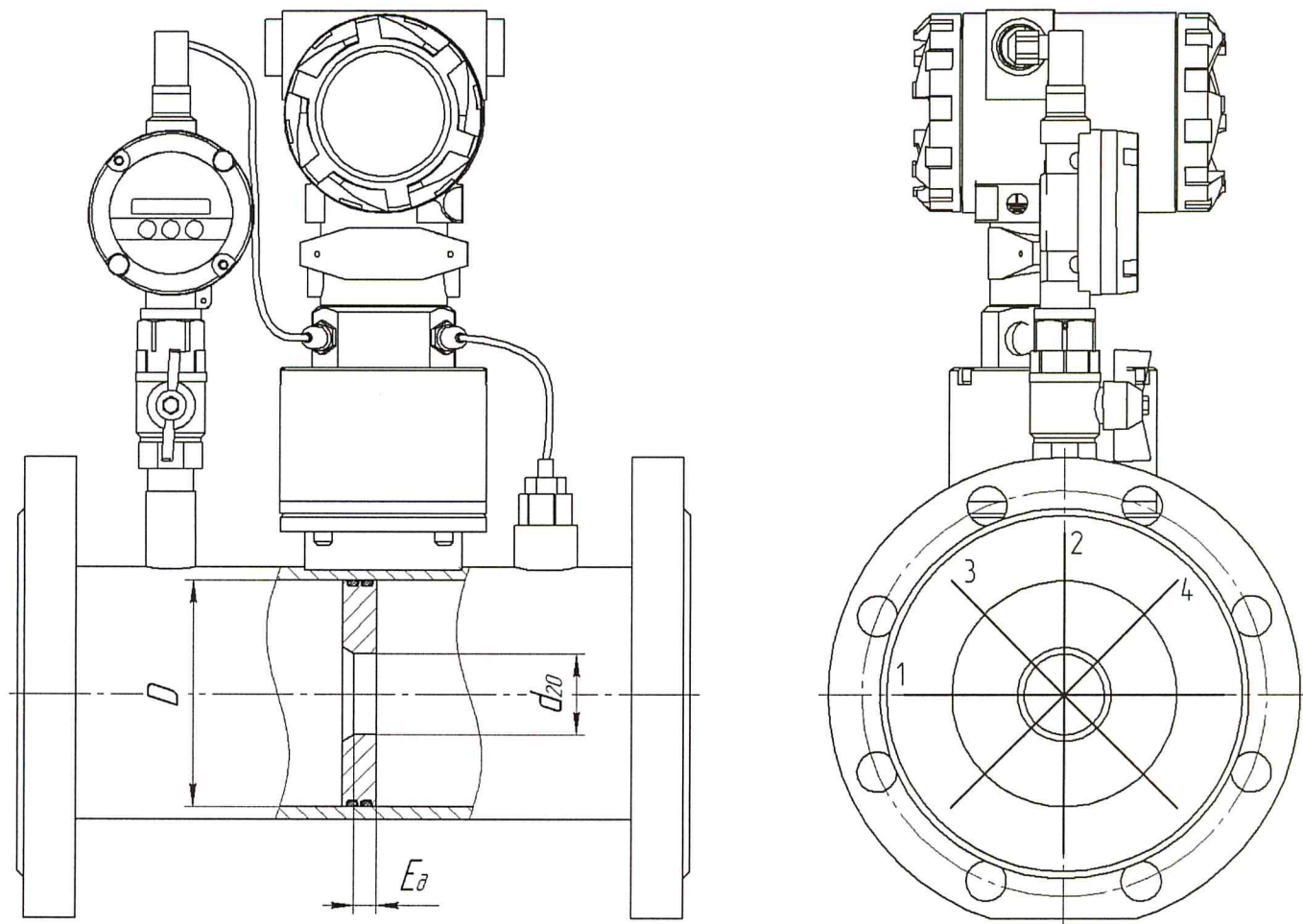
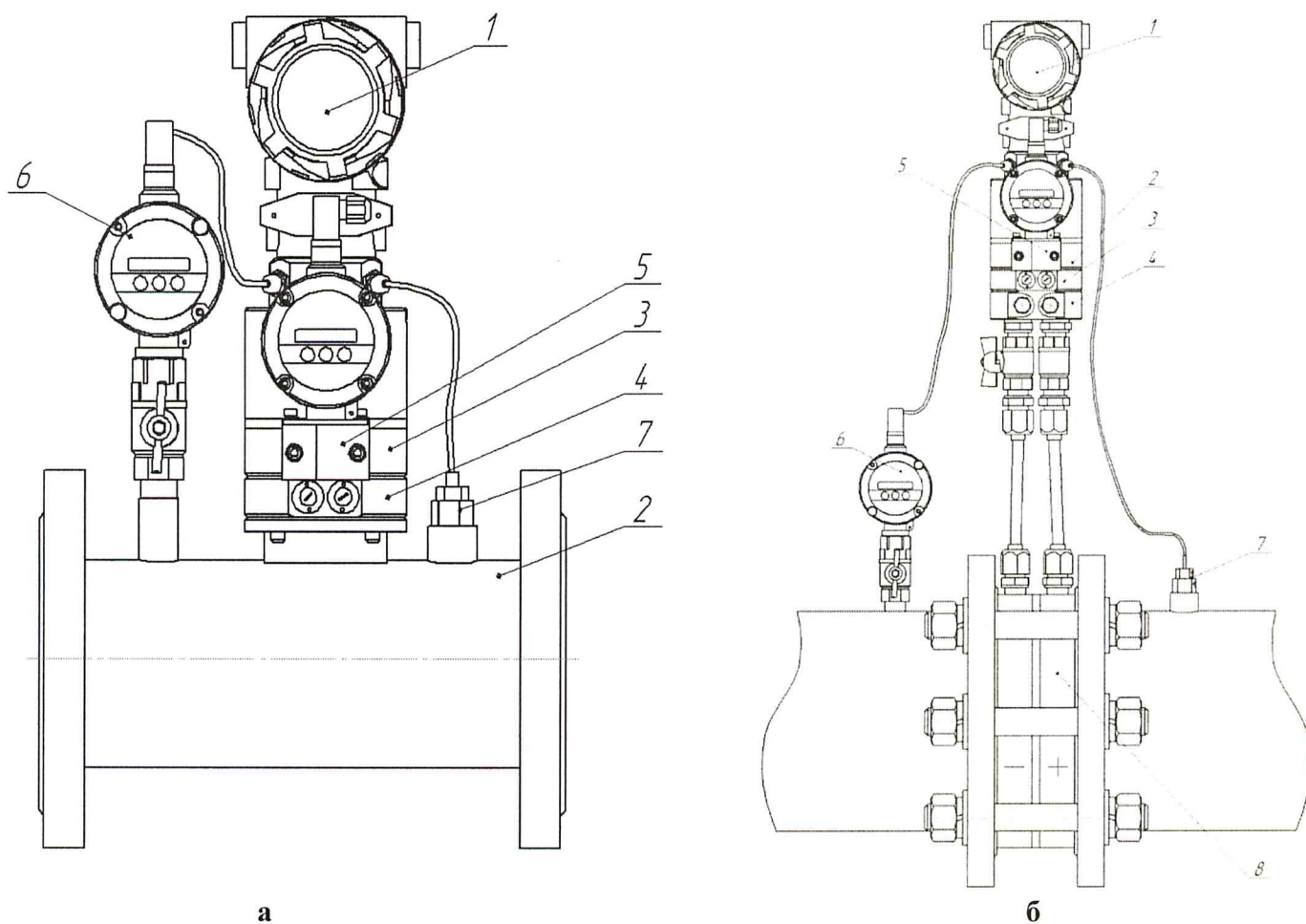


Рисунок В.1 – Схема проведения измерений при проверке геометрических параметров УФР

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



Поз.	Наименование
1	Вычислительный блок
2	УФР
3	Фильтр
4	Вентильный блок
5	Датчик перепада давления
6	Датчик давления
7	Датчик температуры

Поз.	Наименование
1	Вычислительный блок
2	Фильтр
3	Вентильный блок
4	Подключение СИ перепада давления
5	Датчик перепада давления
6	Датчик давления
7	Датчик температуры
8	Стандартное сужающее устройство

Рисунок Г.1 – Схема установки расходомера в трубопровод:
 а – расходомер Turbo Flow GFG модификации F
 б – расходомер Turbo Flow GFG модификации ΔP

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Таблица Д.1 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по модифицированному методу NX19.

Состав газа:

азот - 0,8858 мол. %,
диоксид углерода - 0,0668 мол. %.

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
Qp, (м ³ /ч)	T, (°C)	Рабс, (МПа)	ρс, кг/м ³	Qси(нм ³ /ч)	Qср.(нм ³ /ч)
10	16,85	0,9	0,6799	91,2108

Таблица Д.2 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по уравнению состояния GERG-91.

Состав газа:

азот - 0,8858 мол. %,
диоксид углерода - 0,0668 мол. %.

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
Qp, (м ³ /ч)	T, (°C)	Рабс, (МПа)	ρс, кг/м ³	Qси(нм ³ /ч)	Qср.(нм ³ /ч)
10	16,85	3,997	0,6799	430,5312

Таблица Д.3 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по уравнению состояния AGA8-92DC.

Состав газа:

Метан - 98,2722 мол. %,
Этан - 0,5159 мол. %,
Пропан - 0,1607 мол. %,
н-бутан - 0,0592 мол. %,
азот - 0,8858 мол. %,
диоксид углерода - 0,0668 мол. %,
н-пентан - 0,0157 мол. %,
н-гексан - 0,0055 мол. %,
н-гептан - 0,0016 мол. %,
н-октан - 0,0009 мол. %,
гелий - 0,0157 мол. %.

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
Qp, (м ³ /ч)	T, (°C)	Рабс, (МПа)	ρс, кг/м ³	Qси(нм ³ /ч)	Qср.(нм ³ /ч)
10	16,85	3,997	0,6799	430,5312

Таблица Д.4 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении коэффициента сжимаемости природного газа по уравнению состояния ВНИЦ СМВ.

Состав газа:

Метан - 89,27 мол. %,
Этан - 2,26 мол. %,
Пропан - 1,06 мол. %,
и-бутан - 0,01 мол. %,
азот - 0,04 мол. %,
диоксид углерода - 4,3 мол. %,
сероводород - 3,05 мол. %,
пропилен - 0,0055 мол. %.

Вводимые значения				Вычисленное значение	Расчетное значение
Qp, (м ³ /ч)	T, (°C)	Рабс, (МПа)	ρс, кг/м ³	Qси(нм ³ /ч)	Qср.(нм ³ /ч)
10	50	1,081	0,7675	98,226

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

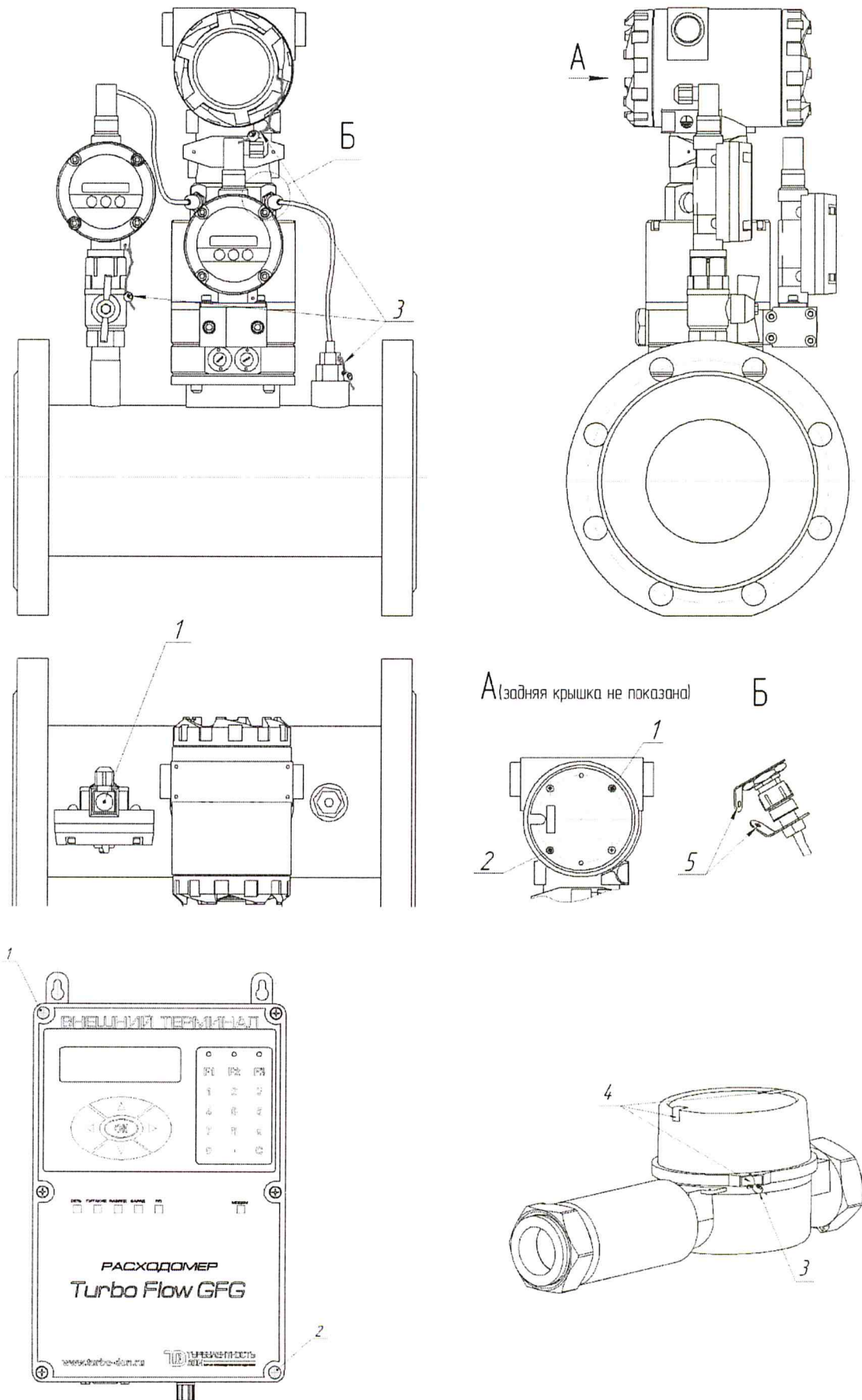


Рисунок Е.1 - Схемы пломбирования расходомеров Turbo Flow GFG

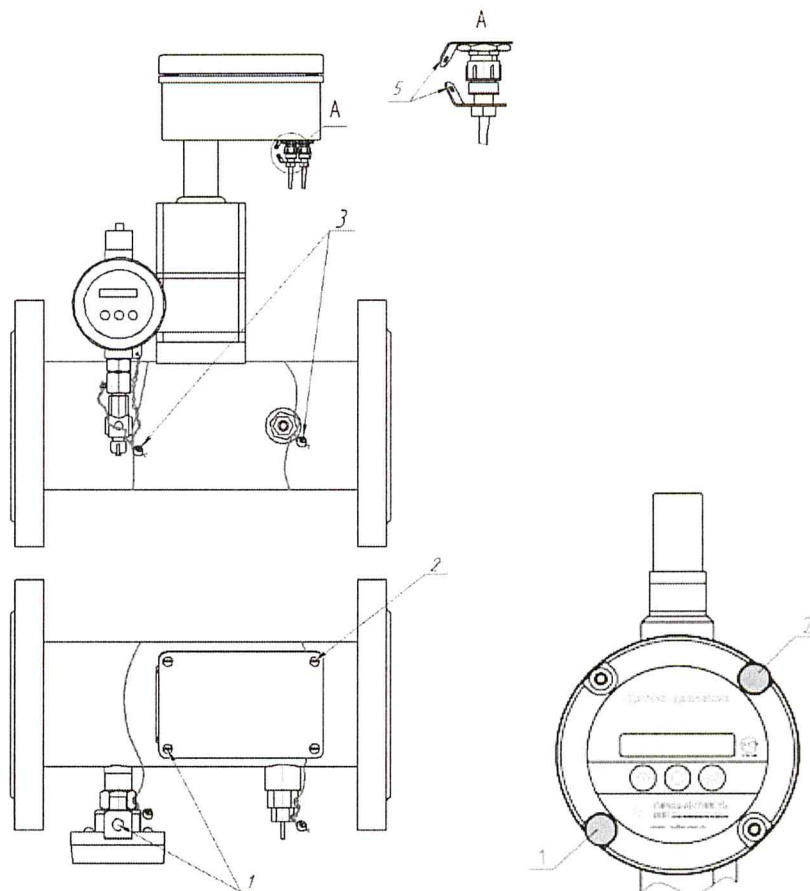


Рисунок Е.1 (продолжение) - Схемы пломбирования расходомеров Turbo Flow GFG

- 1 – места для пломбы предприятия – изготовителя (способом давления на специальную мастику);
- 2 – места для поверительного клейма (способом давления на специальную мастику);
- 3 – пломба свинцовая предприятия – изготовителя;
- 4 – самоклеющаяся пломба из легкоразрушаемого материала;
- 5 – отверстия под пломбу навесную.