

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им Д. И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор



I.PCTI

ВНИИМ

им. Д.И. Менделеева

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

« 07 » июня 2025 г.

Зам. генерального директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева

Чекирда Константин Владимирович

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры-счетчики ультразвуковые ВЗЛЕТ РК

Методика поверки

МП 2550-0425-2025

Руководитель отдела

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

К. В. Попов

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 Общие положения..... | 3 |
| 2 Перечень операций поверки | 3 |
| 3 Требования к условиям проведения поверки..... | 3 |
| 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 4 |
| 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки | 4 |
| 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки | 5 |
| 7 Внешний осмотр | 6 |
| 8 Подготовка к поверке и опробование | 6 |
| 9 Проверка программного обеспечения | 7 |
| 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 7 |
| 11 Оформление результатов поверки | 11 |
| Приложение А. Определение параметров измерительного участка (ИУ) | 12 |

1 Общие положения

1.1 Настоящий документ распространяется на Расходомеры-счетчики ультразвуковые ВЗЛЕТ РК (далее – расходомеры), предназначенные для измерений объемного расхода и объема жидкостей в потоке, сжиженных газов, в том числе сжиженного природного газа (СПГ) и сжиженных углеводородных газов (СУГ), и устанавливает объем, методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость расходомеров Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расхода жидкости, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2356.

1.3 Методика описывает два метода поверки: проливной и имитационный.

1.4 В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин: непосредственное сличение и метод косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер раздела | Проведение операции при: | |
|---|---------------|--------------------------|-----------------------|
| | | первой поверки | периодической поверки |
| Внешний осмотр средства измерений | 7 | Да | Да |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 8 | Да | Да |
| Проверка программного обеспечения средства измерений | 9 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: - относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости | 10 | Да | Да |

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

2.3 Допускается проводить периодическую поверку расходомера, используемого для измерений меньшего числа единиц величин (объем жидкости в потоке и/или объемный расход жидкости) с уменьшением количества измеряемых единиц величин и/или диапазона измерений на основании письменного заявления владельца, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура окружающего воздуха, °C от +10 до +30
 - относительная влажность, % до 80
 - атмосферное давление, кПа от 84 до 106

3.2 Допускается проводить периодическую поверку расходомеров на месте эксплуатации расходомеров.

3.3 При поверке расходомера имитационным методом с демонтажом, дополнительно должны быть соблюдены следующие условия:

- расходомер должен быть сухим и чистым;
- расходомер должен быть выдержан в условиях п. 3.1 не менее 2 часов.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию технологического оборудования и средств поверки.

4.2 К работе по поверке расходомера должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию по поверке СИ расхода.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Номер пункта методики поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|-------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 7-10 | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 0 °C до 50 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±4 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,2 кПа; | Гигрометр «Фармацевт» ТМФЦ-100 ²⁾ (рег. № 79106-20) Барометр-анероид метрологический БАММ-1 ²⁾ (рег. № 5738-76) |
| 10.1.1 | Вторичный эталон или рабочий эталон 1-го (2-го или 3-го) разряда ¹⁾ единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, (далее – эталон); | Установки поверочные «ВЗЛЕТ ПУ» ²⁾ (рег. № 47543-11) |
| 10.1.2 | Диапазон измерений частоты от 10 Гц до 225 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты $\pm 1 \times 10^{-6} + 1$ ед.сч.; Пределы допускаемой относительной погрешности при воспроизведении (измерении) постоянного тока $\pm 0,05 \%$, диапазон воспроизведения (измерения) частоты следования импульсов от 0,5 до 10000 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности при воспроизведении (измерении) частоты $\pm 0,1 \%$; пределы допускаемой абсолютной погрешности при воспроизведении (измерении) количества импульсов ± 1 имп; | Частотомер универсальный СНТ-80 ²⁾ (рег. № 22622-03) Комплексы поверочные «ВЗЛЕТ КПИ» ²⁾ (рег. № 14510-12) |

| Номер пункта методики поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|-------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| | Диапазон измерений от 60 до 4720 м, цена деления 0,1 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,7 \dots 2,0$ мм; | Линейки охватывающие (циркометры) ЛИОД ²⁾ , (рег. № 52632-13) |
| | Диапазон измерений от 1 до 300 мм, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении толщины $\pm 0,035+0,001 H$, (где H – измеренное значение) мм; | Толщиномеры ультразвуковые «ВЗЛЕТ УТ» ²⁾ (рег. № 18810-05) |
| | Диапазон измерений от 150 до 4000 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (3 + N + L/50)$, где N – количество удлинителей, входящих в измеряемый размер, шт; L – измеряемый размер, мм; | Нутромеры микрометрические торговой марки «SHAN» ²⁾ , (рег. № 71346-18) |
| | Диапазон измерений от 0 до 2000 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,05 \dots 0,22$ мм | Штангенциркули нониусные и цифровые ²⁾ (рег. № 52630-13) |

¹⁾ В зависимости от варианта нормирования погрешности поверяемого расходомера, пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при передаче единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости должны быть меньше пределов относительной погрешности расходомера не менее чем в 3 раза (с необходимым диапазоном расходов).

²⁾ Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого расходомера с требуемой точностью. 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.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие требования (условия):

- правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и расходомера, приведенных в их эксплуатационных документах;
- правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.

6.2 К средствам поверки и расходомеру обеспечивают свободный доступ.

6.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость средств поверки и расходомера, а также снятие с них показаний.

6.4 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

6.5 Монтаж и демонтаж электрических цепей средств поверки должен проводиться только при отключенном питании всех устройств.

6.6 Монтаж и демонтаж расходомеров должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера следующим требованиям:

- внешний вид расходомера должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность и маркировка расходомера должны соответствовать описанию типа и эксплуатационным документам;
- на расходомере не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих его применению;
- на расходомере должна быть возможность нанесения пломбировки в целях защиты от несанкционированного вмешательства.

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если внешний вид, комплектность и маркировка расходомера соответствуют описанию типа и эксплуатационным документам, на расходомере отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие его применению, на расходомере присутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства или отрицательным. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверка выполнения условий разделов 3, 4, 5 и 6 настоящего документа;
- подготовка к работе расходомера и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;
- проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.

8.2 Опробование.

8.2.1 При проведении поверки методом непосредственного сличения опробование проводят в следующей последовательности:

– проверяют установку показаний расходомера на нуль при отсутствии потока жидкости через расходомер. Для этого гидравлический тракт эталона, на котором установлен расходомер, полностью заполняют жидкостью и убеждаются в отсутствии движении потока жидкости. Затем необходимо вывести показания измеряемого параметра (объемного расхода или скорости потока жидкости) на индикатор расходомера (при наличии) или персональный компьютер. Показания расходомера должны находиться в пределах $\pm 0,03 \text{ м/с}$;

– эталоном воспроизводят расход жидкости в пределах диапазона измерений расходомера и проверяют наличие индикации измеряемого параметров на индикаторе расходомера (при его наличии), наличие коммуникационной связи по цифровому выходу с персональным компьютером.

Результат опробования считают положительным, если при отсутствии движения потока жидкости показания расходомера не превышают значения $\pm 0,03 \text{ м/с}$, при воспроизведении расхода жидкости показания расходомера изменяются соответственно воспроизводимому расходу, установлена устойчивая связь с персональным компьютером.

8.2.2 При проведении поверки имитационным методом при опробовании проверяют работоспособность расходомера. При этом контролируют результаты выполнения самодиагностических проверок при включении расходомера, отсутствие сбоев и коммуникационных ошибок и на дисплее вторичного измерительного преобразователя и при подключении к персональному компьютеру.

Результат опробования считают положительным, если самодиагностика расходомера при включении прошла успешно, в процессе эксплуатации на дисплее вторичного преобразователя расходомера не возникает индикации сбоев и ошибок, подключение и синхронизация данных

при подключении вторичного преобразователя расходомера к персональному компьютеру проведены успешно.

9 Проверка программного обеспечения

Идентификация встроенного программного обеспечения (далее – ПО) осуществляется по номеру версии на экране при включении расходомера (на 5 секунд). Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным приведенным в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значения |
|---|-------------|
| Идентификационное наименование ПО | ВЗЛЕТ РК |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 76.03.XX.XX |
| Цифровой идентификатор ПО | - |
| Х – принимает значения от 0 до 9, и отвечает за метрологически незначимую часть | |

Результат проверки считается положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик методом непосредственного сличения

Определение относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке при использовании частотно-импульсного и токового выхода (при наличии) проводят путем сравнения показаний расходомера и эталона.

Относительную погрешность расходомеров при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке определяют при трех значениях объемного расхода согласно таблицы 4:

Таблица 4

| Варианты нормирования основной относительной погрешности* | Диапазон расходов | Значения расхода в поверочных точках |
|---|---|--|
| - вариант 1 | 0,5·Q _{наиб} до Q _{наиб} ** | 0,5·Q _{наиб} , 0,75·Q _{наиб} и 0,9·Q _{наиб} |
| - вариант 2 | 0,1 Q _{наиб} до Q _{наиб} | 0,1·Q _{наиб} , 0,25·Q _{наиб} и 0,5·Q _{наиб} |
| - вариант 3 | 0,05·Q _{наиб} до Q _{наиб} | |
| - вариант 4 | 0,5·Q _{наиб} до Q _{наиб} 0,1 Q _{наиб} до 0,5 Q _{наиб} (искл) 0,05·Q _{наиб} до 0,1 Q _{наиб} (искл) | 0,05·Q _{наиб} , 0,1·Q _{наиб} и 0,5·Q _{наиб} |

* — вариант нормирования устанавливается при заказе/выпуске и указывается в паспорте средства измерений

** — Q_{наиб} наибольшее значение диапазона измерений объемного расхода

При каждом измерении обеспечивают время измерений не менее 90 секунд или набор не менее 5000 импульсов с расходомера.

Значения объемного расхода устанавливают с допуском не более + 10 % в первой поверочной точке и ± 10 % в остальных. Значение Q_{наиб} определяют в соответствии с паспортом расходомера или вычисляют по формуле:

$$Q_{наиб} = 0,0283 \times DN^2 \quad (1)$$

где DN — номинальный диаметр расходомера.

Относительную погрешность расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке определяют сравнением значения объема V_о (объемного расхода Q_{во}), изме-

ренного эталоном, и значения объема V_u (объемного расхода Q_{Vu}), измеренного расходомером по формулам:

$$\delta_{Vij} = \frac{(V_{uij} - V_{oij})}{V_{oij}} \cdot 100\% \quad (2)$$

$$\delta_{Qij} = \frac{(Q_{Vuij} - Q_{Voiij})}{Q_{Voiij}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где $V_u(Q_{Vu})$ – значение объема (объемного расхода) жидкости по показаниям расходомера, $\text{м}^3 (\text{м}^3/\text{ч})$ (при использовании частотно-импульсного выхода определяют по формулам (4; 5), при использовании токового выхода определяют по формуле (6; 7) настоящей методики поверки);
 $V_o(Q_{Vo})$ – значение объема (объемного расхода) жидкости по показаниям эталона, $\text{м}^3 (\text{м}^3/\text{ч})$;
 ij – номер измерения и индекс поверочной точки соответственно.

При применении частотно-импульсного выхода значение объема (объемного расхода) жидкости по показаниям расходомера вычисляют по формулам:

$$V_{uij} = N_{ij} \cdot K, \quad (4)$$

где N – количество импульсов, поступивших от расходомера, имп;
 K – вес импульса на выходе расходомера, $\text{м}^3/\text{имп}$

$$Q_{uij} = \frac{V_{uij}}{T_{uij}} \quad (5)$$

где T_u – время измерения, ч.

При наличии аналогового токового выхода значение объемного расхода (объема) жидкости по показаниям расходомера вычисляют по формулам:

$$Q_{uij} = Q_{наим} + (Q_{наиб} - Q_{наим}) \cdot \left(\frac{I_{uij} - I_{наим}}{I_{наиб} - I_{наим}} \right) \quad (6)$$

где I_u – среднее значение силы тока, генерируемое расходомером за время измерений, мА;
 $I_{наим}$ – наименьшее значение силы тока в соответствии с паспортом расходомера, мА;
 $I_{наиб}$ – наибольшее значение силы тока в соответствии с паспортом расходомера, мА

$$V_{uij} = Q_{Vu} \cdot T_u, \quad (7)$$

Результаты определения метрологических характеристик по пункту 10.1 считают положительным, если относительная погрешность расходомеров при измерении объема (объемного расхода) жидкости в потоке, определенная при каждом измерении не превышает пределов, указанных в Таблице 5

Метрологические характеристики расходомера при измерении объемного расхода жидкости принимают равными метрологическим характеристикам расходомера при измерении объема жидкости в потоке и наоборот.

Таблица 5.

| Варианты нормирования основной относительной погрешности* | Диапазон расходов | | Пределы допускаемой основной относительной погрешности расходомеров при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости, % |
|---|---|------------------------------|--|
| | $Q_{\text{наим}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | |
| - вариант 1 | $0,5 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 0,25$ |
| - вариант 2 | $0,1 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 0,6$ |
| - вариант 3 | $0,05 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 1,0$ |
| - вариант 4 | от $0,05 Q_{\text{наиб}}$ до $Q_{\text{наиб}}$ с разбиением на поддиапазоны: | | |
| | $0,05 Q_{\text{наиб}}$ | $0,1 Q_{\text{наиб(искл.)}}$ | $\pm 1,0$ |
| | $0,1 Q_{\text{наиб}}$ | $0,5 Q_{\text{наиб(искл.)}}$ | $\pm 0,6$ |
| | $0,5 Q_{\text{наиб}}$ | $Q_{\text{наиб}}$ | $\pm 0,25$ |

*— вариант нормирования устанавливается при заказе/выпуске и указывается в паспорте средства измерений

10.2 Определение метрологических характеристик имитационным методом

Определение относительной погрешности расходомера с номинальными диаметрами от DN300 имитационным методом проводят в два этапа:

- определение параметров первичного преобразователя расхода (ППР);
- определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке.

10.2.1 Определение параметров ППР

Параметры ППР определяют при первичной поверке, при выпуске из производства.

При определении параметров ППР в соответствии с Приложением А определяют:

- среднее значение наружного диаметра измерительного участка (ИУ) ППР;
- толщину стенки ИУ;
- базу прибора (расстояние между центрами излучающих поверхностей пары электроакустических преобразователей);
- осевую базу прибора (расстояние между центрами излучающих поверхностей пары электроакустических преобразователей вдоль оси ИУ).

Результат определения вышеперечисленных параметров ППР вносят в программное обеспечение расходомера.

10.2.2 Определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке

Расходомер переводят в режим «Настройка» в соответствии с руководством по эксплуатации расходомера.

Вторичный измерительный преобразователь расходомера подключают к комплексу поверочному ВЗЛЕТ КПИ, персональному компьютеру с предустановленным программным обеспечением «Проверка ВЗЛЕТ РК» (программное обеспечение находится в общем доступе на сайте изготовителя) и акустическому стенду СА-01.

Запускают программное обеспечение «Проверка ВЗЛЕТ РК» и производят настройку параметров связи поверяемого расходомера и КПИ с персональным компьютером. К технологическому разъему вторичного измерительного преобразователя расходомера подключают этalon частоты и производят измерение опорной частоты (периода) штатного кварцевого генератора. Значение опорной частоты штатного кварцевого генератора вторичного измерительного преобразователя расходомера должно соответствовать значению $40 \pm 1 \cdot 10^{-3}$ МГц. Измеренное значение опорной частоты записывают в паспорт и с помощью программного обеспечения «Проверка ВЗЛЕТ РК» вносят в память вторичного измерительного преобразователя расходомера.

Посредством программного обеспечения «Проверка ВЗЛЕТ РК» производят поверку вторичного измерительного преобразователя. Проверка производится поканально (в каждом луче) в автоматическом режиме и включает в себя нижеизложенные операции.

Определение относительной погрешности вторичного преобразователя при измерении расхода.

С помощью временной задержки зондирующего импульса, формируемой из N-го количества периодов сигнала опорного кварцевого генератора расходомера, имитируется действительное значение эталонного расхода $Q_{V_{oi}}$, вычисляемое по формуле:

$$Q_{V_{oi}} = \frac{N_i \cdot 0.45 \cdot \pi \cdot Dn \cdot C \cdot \sqrt{U^2 + C^2}}{Z \cdot F_{KB}} \quad (8)$$

- где Z – коэффициент, зависящий от схемы установки датчиков, при имитационном методе поверки $z=2$;
- F_{KB} – измеренное значение опорной частоты штатного кварцевого генератора вторичного измерительного преобразователя расходомера, МГц;
- C – скорость ультразвука в измеряемой среде, на время поверки принимается равной 2200 м/с;
- U – фазовая скорость, на время поверки принимается равной 3850 м/с;
- π – число Пи с точностью не менее 4 знаков после запятой.

Число N определяется значением необходимого расхода в поверочной точке и вычисляется по формуле:

$$N_i = \text{округл.} \left(\frac{Q_{Vnmi} \cdot Z \cdot F_{KB}}{0.45 \cdot \pi \cdot Dn \cdot C \cdot \sqrt{U^2 - C^2}}; \text{целое} \right) \quad (9)$$

- где Q_{Vnmi} – расчетное значение объемного расхода в поверочной точке, $m^3/\text{ч}$.

Относительную погрешность вторичного измерительного преобразователя при измерении объемного расхода жидкости определяют при четырех значениях имитируемого объемного расхода жидкости: $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $Q_{\text{наиб}}$, где $Q_{\text{наиб}}$ принимают равным $300 m^3/\text{ч}$.

Последовательно устанавливаются значения расхода равные $0,05 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,1 \cdot Q_{\text{наиб}}$. Время измерения – не менее 100 секунд. Для каждой точки не менее 3 раз снимаются уставившиеся показания расходомера с информационных выходов, вычисляется значение абсолютной погрешности измерения расхода и производится определение смещения нуля расходомера:

$$\Delta Q_{ij} = Q_{uij} - Q_{oij} \quad (10)$$

- где Q_u – значение объемного расхода жидкости по показаниям расходомера, $m^3/\text{ч}$;
- Q_o – имитируемое значение эталонного расхода, $m^3/\text{ч}$.

Определение смещения нуля H производится по формуле:

$$H = \frac{\sum_{j=1}^n (2 \cdot \Delta Q_{1j} + \Delta Q_{2j})}{3 \cdot n} \quad (11)$$

- где $\Delta Q_{1j}; \Delta Q_{2j}$ – абсолютная погрешность измерения расхода в 1-ой и 2-ой поверочных точках, $m^3/\text{ч}$;
- n – количество измерений.

Вычисленное значение смещения нуля вводится в программное обеспечение расходомера и производится трехкратное определение погрешности измерения расхода в вышеуказанных поверочных точках для каждого исполнения:

$$\delta_{Qij} = \frac{Q_{uij} - Q_{oij}}{Q_{oij}} \cdot 100\% \quad (12)$$

При наличии токового выхода значение объемного расхода жидкости по показаниям расходомера при использовании токового выхода вычисляют по формуле (6) настоящей методики поверки.

Определение относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объема жидкости проводят при помощи временной задержки зондирующего импульса, формируемой из периодов сигнала опорного кварцевого генератора расходомера. Для этого устанавливается значение расхода $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ (расход устанавливается с допуском $\pm 20\%$), затем обнуляются значения счетчика объема расходомера и расходомер переводится в режим измерения. Производится накопление объема. Продолжительность измерения – не менее 100 секунд. Показания расходомера снимаются не менее трех раз. Относительная погрешность вторичного измерительного преобразователя при измерении объема вычисляется по формуле:

$$\delta_{Vij} = \frac{V_{uij} - V_{oij}}{V_{ij}} \cdot 100 \quad (13)$$

где V_u – значение объема жидкости по показаниям расходомера, м^3 (определяют по формуле (4));
 V_o – действительное значение объема жидкости, м^3 .

Результаты определения метрологических характеристик по пункту 10.2 считают положительными, если значения относительной погрешности каждого канала расходомера при каждом измерении объемного расхода и объема не превышают пределов $\pm 0,2\%$.

При положительном результате определения относительной погрешности вторичного измерительного преобразователя расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке расходомер считают прошедшим поверку.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки расходомера оформляют протоколом поверки, произвольной формы.

11.2 При отрицательных результатах поверки расходомер признают не пригодным к применению.

11.3 Информация о поверке расходомера передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

Определение параметров измерительного участка (ИУ) ППР

A.1 Определение среднего значения наружного диаметра ИУ

Определение среднего значения наружного диаметра ИУ требуется производить путем измерения длины окружности по наружному диаметру ИУ в соответствии с п.п.А.1.1÷А.1.4.

A.1.1 Выполнить опоясывание ИУ охватывающей линейкой, по три раза в трех сечениях, расположенных по центру измерительного участка и рядом с фланцами или торцом измерительного участка (сечения 1, 2, 3) в соответствии с рисунком А.1.

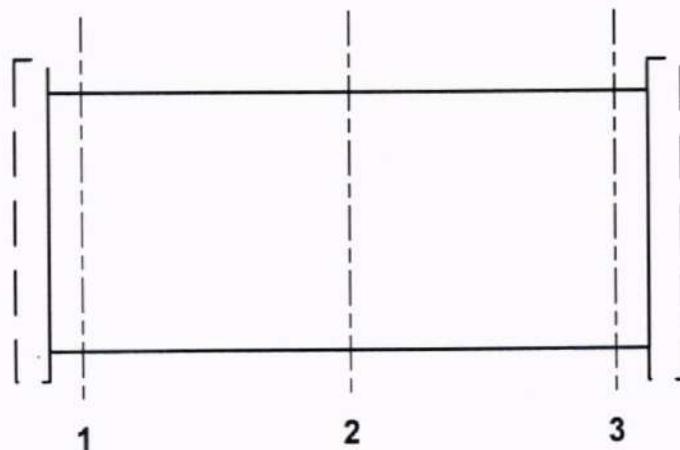


Рисунок А.1 – Измерительный участок. Положение сечений для измерений длины окружности.

A.1.2 Рассчитать среднее значение длины окружности в сечениях 1, 2, 3:

$$L_{\text{окр сп}1,2,3} = \frac{\sum L_{\text{окр ij}}}{3}, \text{ мм} \quad (\text{A.1})$$

где $L_{\text{окр сп}1,2,3}$ – среднее значение длины окружности в 1 - 3 сечениях, мм;
 $L_{\text{окр ij}}$ – длина окружности при i-том измерении в j-том сечении, мм.

A.1.3 Рассчитать среднее значение длины окружности ИУ $L_{\text{окр сп}}$:

$$L_{\text{окр сп}} = \frac{L_{\text{окр сп}1} + L_{\text{окр сп}2} + L_{\text{окр сп}3}}{3}, \text{ мм} \quad (\text{A.2})$$

Результат расчетов занести в протокол с точностью до 0,5 мм.

A.1.4 Определить среднее значение наружного диаметра ИУ $D_{\text{нап сп}}$:

$$D_{\text{нап сп}} = \frac{L_{\text{окр сп}}}{\pi}, \text{ мм} \quad (\text{A.3})$$

A.2 Определение среднего значения толщины стенки ИУ

A.2.1 Выполнить толщиномером по три измерения толщины стенки ИУ в точках 1÷8 (рисунок А.2) сечений 1÷3.

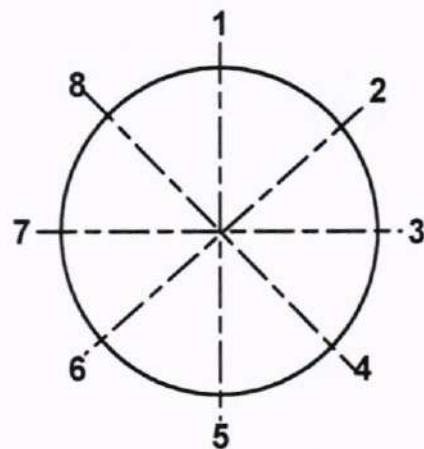


Рисунок А.2 – Измерительный участок. Положение точек для измерения толщины стенки в сечениях 1÷3.

А.2.2 Рассчитать среднее значение толщины стенки в сечениях 1÷3 по формуле:

$$h_{ct\ cp1,2,3} = \frac{\sum h_{ct\ ij}}{24}, \text{ мм} \quad (\text{A.4})$$

где $h_{ct\ cp1,2,3}$ – среднее значение толщины стенки ИУ в 1÷3 сечениях, мм;
 $h_{ct\ ij}$ – толщина стенки ИУ при i -том измерении в j -том сечении, мм.

А.2.3 Рассчитать среднее значение толщины стенки ИУ:

$$h_{ct\ cp} = \frac{h_{ct\ cp1} + h_{ct\ cp2} + h_{ct\ cp3}}{3}, \text{ мм} \quad (\text{A.5})$$

А.3 Определение базы расходомера L_y – расстояния между излучающими поверхностями электроакустических преобразователей.

А.3.1 Измерить нутрометром расстояние между пьезоакустическими преобразователями (ПЭА) измерительного участка L_y (рисунок А.3).

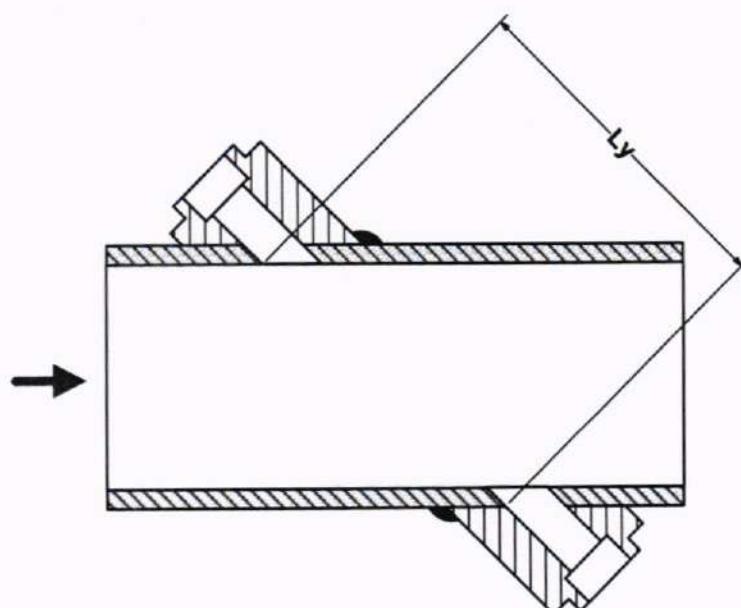


Рисунок А.3 – Измерительный участок. Расстояние между посадочными полками ПЭА.

А.4 Определение осевой базы расходомера $L_{об}$ (расстояние между излучающими поверхностями ПЭА вдоль оси ИУ)

Произвести измерение штангенциркулем расстояния между проекцией на противоположную стенку ИУ первого ПЭА из луча и вторым ПЭА из луча согласно рисунку А.4.

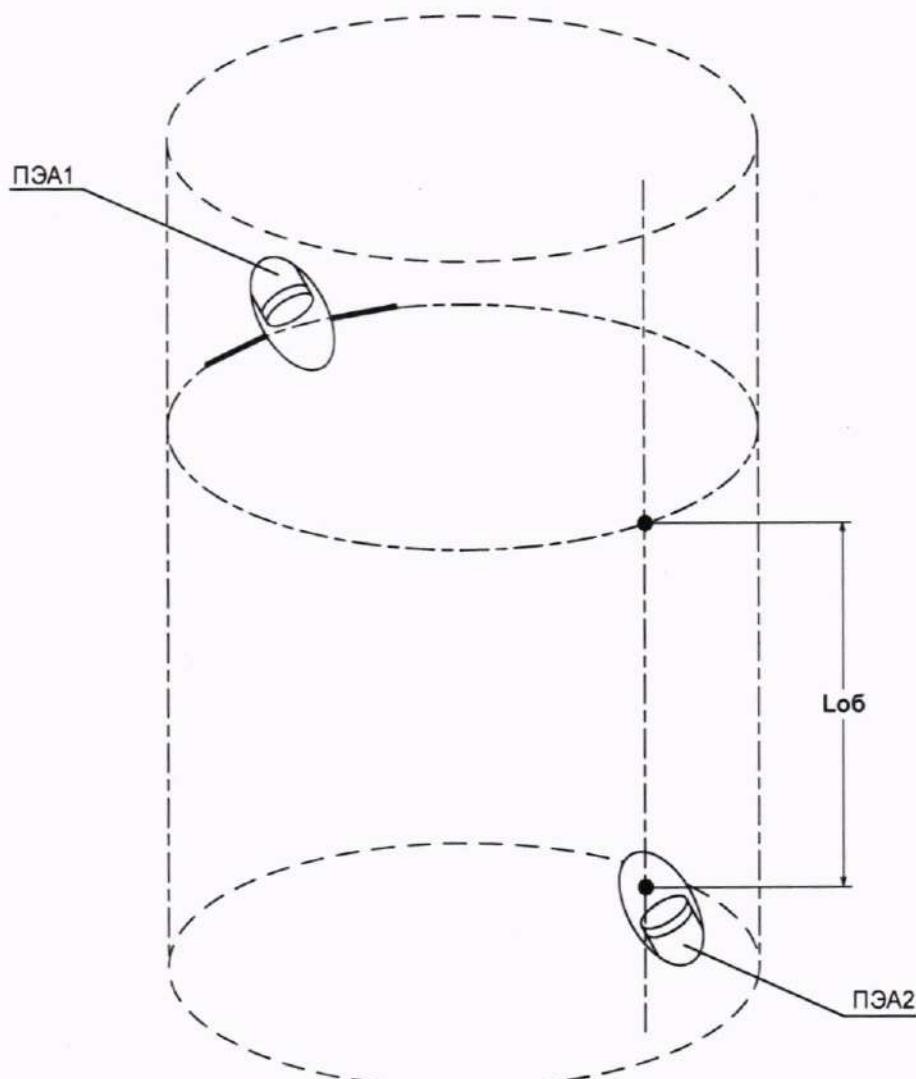


Рисунок А.4 – Измерительный участок. Схема измерения осевой базы