

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

СОГЛАСОВАНО

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



А.С. Тайбинский



М.П.

«25»

марта

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ УПМ

Методика поверки

МП 1283-1-2021

Начальник НИО-1



Р.А. Корнеев

Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

Казань

2021

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установки поверочные малогабаритные УПМ (далее – установки), предназначенные для измерений, воспроизведения, хранения и передачи единиц объема жидкости в потоке, объемного расхода жидкости, и измерений температуры и избыточного давления жидкости, и устанавливает методику и последовательность ее первичной и периодической поверок.

Прослеживаемость установки к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости обеспечивается 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 расходов жидкости (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256. В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: непосредственное сличение.

Интервал между поверками – 1 год.

2 Перечень операций поверки

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

Таблица № 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °С от +10 до +40
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 86 до 107

Измеряемая среда – вода с параметрами:

- температура, °С от +5 до +90
- давление, МПа, не более 2,5

Для средств поверки соблюдаются условия эксплуатации, указанные в эксплуатационных документах.

3.2 Средства измерений температуры и давления измеряемой среды, входящие в состав установки, на момент поверки установки должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на применяемых средствах поверки;
- знать требования данного документа;
- обладать навыками работы по данному документу.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 2

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Наименование средства поверки	Характеристики
Рабочий эталон единиц объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке 1-го разряда согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, (далее – ЭТ).	Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) $\pm 0,06$ %. С диапазоном воспроизведения расходов, аналогичным поверяемой установки.
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	Диапазон измерений (воспроизведения) от 0,1 до 10 кГц (регистрационный № 52489-13)
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3	Диапазон измерений: частот от 0,1 до 10 кГц; (регистрационный № 32359-06)

Примечания:

1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой установки с требуемой точностью;

2 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;

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

6 Требования (условия) 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 установки, приведенных в их эксплуатационных документах;

- правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.

6.2 К средствам поверки и установке обеспечивают свободный доступ.

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

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

- комплектность и маркировка установки должны соответствовать эксплуатационным документам;

- на установке не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих ее применению;

- на установке должна быть возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства.

7.1.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и маркировка установки соответствует эксплуатационным документам, на установке отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению, на установке

присутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства или отрицательным, если комплектность и маркировка установки не соответствует эксплуатационным документам, на установке присутствуют внешние механические повреждения и/или дефекты, препятствующие ее применению и/или на установке отсутствует возможность нанесения знака поверки в целях защиты от несанкционированного вмешательства. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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 установки и средств поверки согласно их эксплуатационным документам;
- проверка герметичности соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность установки путем увеличения или уменьшения расхода измеряемой среды в пределах рабочего диапазона измерений.

При подаче расхода измеряемой среды на эталоне в пределах диапазона измерений установки фиксируют изменения показаний установки.

Результат опробования установки считают положительным, если при увеличении или уменьшении расхода измеряемой среды соответствующим образом меняются показания установки или отрицательным, если при увеличении или уменьшении расхода измеряемой среды соответствующим образом не меняются показания установки. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение относительной погрешности измерительного канала частотно-импульсных сигналов осуществляется при помощи калибратора многофункционального и частотомера.

Собирают схему согласно Приложению В руководства по эксплуатации на установки.

Выход калибратора и счетный вход частотомера подключают к первому измерительному каналу частотно-импульсных сигналов. Частотомер подключают к выходу системы измерений, управления и контроля (далее – СИУК).

Калибратор переводят в режим воспроизведения сигнала прямоугольной формы (амплитуда сигнала +5...+12 В), частотомер переводят в режим измерения количества импульсов.

На калибраторе последовательно устанавливают значения частоты выходного сигнала равные 100, 5000 и 10000 Гц для высокочастотного измерительного канала и 10, 500 и 1000 Гц для низкочастотного измерительного канала.

Измерения проводятся при работе установки в режиме поверки средства измерений (допускается проводить измерения без наличия расхода измеряемой среды). С помощью калибратора задают пачку импульсов, количество импульсов должно быть не менее 10000 импульсов для высокочастотного измерительного канала и не менее 5000 импульсов для низкочастотного измерительного канала.

По окончании каждого измерения фиксируют показания частотомера и установки.

Для каждого значения частоты сигнала проводят не менее 5 измерений

Операцию повторяют для каждого измерительного канала частотно-импульсных сигналов установки.

9.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении объемного расхода и объема жидкости с помощью эталона сравнения

Для каждого эталонного средства измерений, в зависимости от его диапазона расходов, выбираются следующие контрольные точки расходов: $Q_{\text{наим}}$, $(Q_{\text{наим}} + Q_{\text{наиб}})/2$, $Q_{\text{наиб}}$, (допускается в силу особенностей установки смещать контрольные точки $\pm 10\%$). В случае если наименьший расход меньше $0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$, то точку $Q_{\text{наим}}$ выбирают равной $0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Допускается увеличивать количество точек.

После транспортировки эталона сравнения (ЭС) к месту расположения поверяемой установки, устанавливают поочередно расходомеры эталона сравнения (РЭС) в измерительный стол поверяемой установки. Проводят электрические соединения, запускают программное обеспечение (ПО) согласно эксплуатационному документу, на блок измерительный эталона сравнения (БИЭС).

После монтажа РЭС, перед началом измерений, необходимо провести процедуру установки нуля «Zero» РЭС согласно эксплуатационному документу (в случае применения массовых расходомеров в качестве РЭС).

Исходя из выбранных точек расхода, поочередно устанавливают расходы с допуском $\pm 2\%$ от номинального значения.

На каждой точке расхода соответствующего РЭС проводят не менее 5 измерений.

9.3 Подтверждение метрологических характеристик установки при измерении температуры и избыточного давления измеряемой среды

9.3.1 Проверяют наличие сведений о положительной поверке в федеральном информационном фонде для:

- средств измерений температуры измеряемой среды;
- средств измерений избыточного давления измеряемой среды;

9.3.2 Проверяют соответствие диапазонов измерений и погрешностей, указанных в федеральном информационном фонде и паспорте на установку для:

- средств измерений температуры измеряемой среды;
- средств измерений избыточного давления измеряемой среды;

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Погрешность частотно-импульсных измерительных каналов $\delta_{\text{чк}}$, %, для каждого измерения вычисляют по формуле:

$$\delta_{\text{чк}} = \left(\frac{N_{\text{к}} - N_{\text{э}}}{N_{\text{э}}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

где $N_{\text{к}}$ – количество импульсов, измеренное СИУК;

$N_{\text{э}}$ – количество импульсов, измеренное частотомером.

Фиксируют наибольшее значение $\delta_{\text{чк}}$ из серии измерений.

10.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода и объема жидкости с помощью эталона сравнения

10.2.1 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости с помощью эталона сравнения

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке.

Отклонение показания установки от показания эталона при передаче единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода при i -ом измерении $\delta(V)_{ji}$, % вычисляют по формуле

$$\delta(V)_{ji} = \left(\frac{V_{ji} - V_{\text{ЭТ}ji}}{V_{\text{ЭТ}ji}} \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где V – объем жидкости в потоке по показаниям установки, дм^3 ;
 $V_{\text{ЭТ}}$ – объем жидкости в потоке по показаниям эталона, дм^3 ;
 i – индекс измерения;
 j – индекс точки расхода.

Среднее арифметическое отклонения показаний установки от показаний эталона при передаче единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $\overline{\delta(V)}_j$, %, вычисляют по формуле

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}, \quad (3)$$

где n – количество измерений.

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (СКО) установки при передаче единицы объема жидкости в потоке в j -ой точке расхода $S(V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (4)$$

СКО установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S(V) = \sqrt{S(V)_{\text{ЭТ}}^2 + S(V)_{j \max}^2}, \quad (5)$$

где $S(V)_{\text{ЭТ}}$ – СКО эталона при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, % (берут из паспорта на эталон);
 \max – индекс наибольшего из значений.

Если у эталона отсутствует СКО при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S(V)_{\text{ЭТ}}$, то СКО установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S(V)$ приравнивают к наибольшему значению СКО установки при измерении объема жидкости в потоке, полученному в точках расхода $S(V)_{j \max}$.

Неисключенная систематическая погрешность (далее – НСП) установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $\Theta(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(V)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(V)_{j_{\text{max}}}}^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (6)$$

где $\Theta(V)_{\text{ЭТ}}$ – НСП эталона при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, %, (берут из паспорта на эталон).

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученная по п. 10.1.

Допускается вместо НСП эталона при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $\Theta(V)_{\text{ЭТ}}$, брать относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении объема жидкости в потоке $\delta(V)_{\text{ЭТ}}$.

СКО НСП установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S_{\Theta}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(V) = \frac{\Theta(V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (7)$$

Суммарное СКО установки при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке $S_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_{\Theta}(V)^2}, \quad (8)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и НСП, $K_{\Sigma}(V)$, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(V) + \Theta(V)}{S(V) + S_{\Theta}(V)}, \quad (9)$$

где $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента при $P=0,95$ и количестве измерений n .

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке $\delta_{\Sigma}(V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V), \quad (10)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке не превышают значений указанных в таблице 3 или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке

превышают значения указанные в таблице 3. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10.2.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости.

Данный пункт выполняется при определении относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении) объемного расхода жидкости.

Отклонение показания установки от показания эталона при передаче единицы объемного расхода жидкости в j -ой точке расхода, при i -ом измерении $\delta(Q_V)_{ji}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left(\frac{Q_{V_{ji}} - Q_{V_{ЭТ,ji}}}{Q_{V_{ЭТ,ji}}} \right) \cdot 100, \quad (11)$$

где $Q_{V_{ji}}$ – объемный расход жидкости по показаниям установки, м³/ч;

$Q_{V_{ЭТ}}$ – объемный расход жидкости по показаниям эталона, м³/ч.

Среднее арифметическое отклонение показаний установки от показаний эталона при передаче единицы объемного расхода жидкости в j -ой точке расхода, %, определяют по формуле

$$\overline{\delta(Q_V)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_V)_{ji}, \quad (12)$$

СКО установки при передаче единицы объемного расхода жидкости в j -ой точке расхода $S(Q_V)_j$, %, вычисляют по формуле

$$S(Q_V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_V)_{ji} - \overline{\delta(Q_V)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}, \quad (13)$$

СКО установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$S(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)_{ЭТ}^2 + S(Q_V)_{j \max}^2}, \quad (14)$$

где $S(Q_V)_{ЭТ}$ – СКО эталона при воспроизведении объемного расхода жидкости, % (берут из паспорта на эталон или из свидетельства о поверке (протокола поверки));

\max – индекс наибольшего из значений.

Если у эталона отсутствует СКО при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)_{ЭТ}$, то СКО установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S(Q_V)$ приравнивают к наибольшему значению СКО установки при измерении объема жидкости в потоке, полученному в точках расхода $S(Q_V)_{j \max}$.

НСП установки при передаче единицы объемного расхода жидкости в j -ой точке, $\Theta(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$\Theta(Q_V) = \pm 1,1 \sqrt{\left(\frac{\Theta(Q_V)_{\text{ЭТ}}}{1,1}\right)^2 + \overline{\delta(Q_V)_{j \max}^2} + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (15)$$

где $\Theta(Q_V)_{\text{ЭТ}}$ – НСП эталона при воспроизведении объемного расхода жидкости, %, (берут из паспорта на эталон);

$\delta_{\text{ЧК}}$ – наибольшая погрешность, %, измерительного канала частотно-импульсных сигналов, полученная по п. 10.1.

Допускается вместо НСП эталона при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $\Theta(Q_V)$, брать относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) эталона при измерении объемного расхода жидкости $\delta(Q_V)_{\text{ЭТ}}$.

СКО НСП установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S_{\Theta}(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta}(Q_V) = \frac{\Theta(Q_V)}{1,1\sqrt{3}}, \quad (16)$$

Суммарное СКО установки при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости $S_{\Sigma}(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma}(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)^2 + S_{\Theta}(Q_V)^2}, \quad (17)$$

Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P ($P=0,95$) и отношением случайных погрешностей и $K_{\Sigma}(Q_V)$ НСП, вычисляют по формуле

$$K_{\Sigma}(Q_V) = \frac{t_{0,95} \cdot S(Q_V) + \Theta(Q_V)}{S(Q_V) + S_{\Theta}(Q_V)}. \quad (18)$$

Относительную погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости $\delta_{\Sigma}(Q_V)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = \pm K_{\Sigma}(Q_V) \cdot S_{\Sigma}(Q_V), \quad (19)$$

Результат считают положительным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости не превышают значений указанных в таблице 3 или отрицательным, если значения относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости

превышают значения указанные в таблице 3 При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости ¹⁾ , %	$\pm 0,15$; $\pm 0,20$; $\pm 0,25$; $\pm 0,30$; $\pm 0,50$
¹⁾ конкретное значение указывается в эксплуатационных документах на установку.	

10.3 Подтверждение метрологических характеристик установки при измерении температуры и избыточного давления измеряемой среды

10.3.3 Результат считают положительным, если на средства измерений температуры и избыточного давления измеряемой среды имеются действующие положительные сведения о поверке в федеральном информационном фонде, а их диапазоны измерений и погрешности соответствуют данным, указанным в паспорте на установку.

10.4 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При положительных результатах поверки установку с относительной погрешностью (доверительными границами суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости $\pm 0,15$ %; $\pm 0,20$ %; $\pm 0,25$ % считают соответствующей рабочему эталону 2 разряда, а установку с относительной погрешностью (доверительными границами суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости $\pm 0,3$ %; $\pm 0,5$ % считают соответствующей рабочему эталону 3 разряда единиц объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки в соответствии с формой, указанной в Приложении А.

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством РФ.

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие установки обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством РФ, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также на пломбы, установленные на фланцевые соединения расходомеров, входящих в состав установки.

11.3 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством РФ.

Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости:

Таблица А.2 – Исходные данные

$\Theta(V)_{\text{эт}}$ %	$\Theta(Q)_{\text{эт}}$ %	$S(V)_{\text{эт}}$ %	$S(Q)_{\text{эт}}$ %	$\delta_{\text{чик}}$ %

Таблица А.3 – Результаты измерений

№ изм.	$Q_{\text{ном}}$ м ³ /ч	$t_{\text{уст}}$, с	$t_{\text{эт}}$, с	$t_{\text{ж}}$, °С	$P_{\text{ж}}$ МПа	$P_{\text{атм}}$ кПа	$T_{\text{атм}}$, °С	$\Phi_{\text{атм}}$ %	$V_{\text{уст}}$ дм ³	$V_{\text{эт}}$ дм ³	$Q_{\text{уст}}$ м ³ /ч	$Q_{\text{эт}}$ м ³ /ч
1	1											
...												
i												
1	...											
...												
i												
1	j											
...												
i												

Таблица А.4 – Обработка полученных данных

№ изм.	$Q_{\text{ном}}$ м ³ /ч	$\delta(V)$, %	$\delta(Q)$, %	$\delta(V)$, %	$\delta(Q)$, %
1	1				
...					
i	...				
1	j				
...					
i					

