

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 – филиала ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

А.С. Тайбинский



Государственная система обеспечения единства измерений
УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ ПЕРЕНОСНЫЕ NAUTILUS

Методика поверки

МП 1310-1-2021

Начальник НИО-1


Р.А. Корнеев
Тел. отдела: +7 (843) 272-12-02

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установки поверочные переносные NAUTILUS (далее – установки), предназначенные для измерений, воспроизведения, хранения и передачи единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости, измерений температуры и избыточного давления жидкости, а также интервалов времени, и устанавливает методику и последовательность их первичной и периодической поверок.

Прослеживаемость установок к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019 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 метод передачи единиц непосредственным сличением.

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
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Окружающая среда – воздух с параметрами:

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

Измеряемая среда – вода водопроводная с параметрами:

- температура, °С от +10 до +30
- давление, МПа, не более 1,0

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

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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 точности
Рабочий эталон 2-го разряда согласно ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 (далее – эталон).	Диапазон воспроизведения объемного расхода жидкости от 0,015 до 5 м ³ /ч, доверительные границы суммарной погрешности (пределы относительной погрешности) $\pm 0,11\%$
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный № 52489-13) (далее – калибратор)	Диапазон измерений от 10 Гц до 400 Гц, с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01\%$
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3, (регистрационный № 32359-06) (далее – частотомер)	Диапазон измерений от 10 Гц до 400 Гц, с диапазоном погрешности измерений $\pm(5 \times 10^{-7} + 1 \text{ ед. счета})$
Рабочий эталон 3-го разряда согласно ГОСТ 8.558-2009 (далее – эталон температуры).	Диапазон воспроизведения от 5 до 90 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2\text{ °С}$
Рабочий эталон 4-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.06.2018 № 1339 (далее – эталон давления)	Диапазон воспроизведения избыточного давления жидкости от 0 до 1,0 МПа, соотношение пределов допускаемых основных погрешностей рабочих эталонов 4-го разряда и средств измерений должно быть не более 1:4.
Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2018 № 1621 (далее – эталон времени)	Диапазон воспроизведения интервалов времени от 20 до 3600 с, пределы абсолютной погрешности $\pm 0,06\text{ с}$
Примечания: 1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых установок 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 меньшего числа единиц величин (температура и/или интервалы времени) с уменьшением количества измеряемых единиц величин (температура и/или интервалы времени) на основании письменного заявления владельца средства измерений, 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 безопасности при эксплуатации средств поверки и установки, приведенных в их эксплуатационных документах;

– правил техники безопасности, действующих на месте проведения поверки;

– 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

При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки следующим требованиям:

- комплектность и маркировка 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 от несанкционированного вмешательства.

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 или на установке присутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению 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. Систему считают герметичной, если при рабочем давлении в течение 5 минут не наблюдается течи и капель измеряемой среды, а также отсутствует падение давления;
- удаление воздуха из гидравлической системы установки.

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

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия программного обеспечения заявленным идентификационным данным.

На установках, работающих при помощи дистанционного устройства управления, идентификатор отображается в настройках приложения.

На установках, на которых установлены экран с клавиатурой, идентификация ПО проводится следующим образом:

– включить питание установки, при одновременно нажатых кнопках «Сброс» и «Ввод» измерительно-вычислительного блока, на экране измерительно-вычислительного блока отобразится номер версии (идентификационный номер) ПО.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительным, если номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения установки соответствует номеру версии (идентификационному номеру), указанному в разделе «Программное обеспечение» описания типа на установку. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

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

10.1.1 Определение относительной погрешности измерительного канала объема жидкости в потоке проводят путем сличения показаний установки и показаний эталона.

Выполняют подключение установки в гидравлический контур эталона в соответствии со схемой, указанной в руководстве по эксплуатации на установку.

Относительную погрешность измерительного канала объема жидкости в потоке определяют в пяти точках при значении объемного расхода жидкости, согласно таблице 3.

Таблица 3 – Значения объемного расхода жидкости

Номер точки	Значения объемного расхода жидкости, м ³ /ч	
	для установок с диапазоном расходов от 0,015 до 5,0 м ³ /ч	для установок с диапазоном расходов от 0,016 до 3,0 м ³ /ч
1	0,015	0,016
2	0,05	0,05
3	0,1	0,1
4	2,5	1,5
5	5,0	3,0

Значения объемного расхода жидкости устанавливают с допуском не более $\pm 10\%$ от значений, указанных в таблице 3. При каждом значении объемного расхода жидкости проводят не менее трех измерений. Время одного измерения не менее 60 с.

Снятие показаний с установки выполняется по дисплею или с приложения дистанционного устройства управления.

10.1.2 При определении относительной погрешности частотно-импульсного измерительного канала собирают схему в соответствии с рисунком, указанным в руководстве по эксплуатации на установку.

Данный пункт выполняется при наличии частотно-импульсного измерительного канала установки.

Работу частотомера синхронизируют сигналами от клемм «Доза», предусмотренных в измерительно-вычислительном блоке (далее – ИВБ), которые формируют интервал измерения (стробирующий импульс).

В калибраторе выбирают режим генерирования прямоугольных импульсов и устанавливают последовательно значения частоты выходного сигнала F , равной 100, 500 и 1000 Гц.

Программу оператора запускают в режиме поверки средства измерений с импульсным сигналом методом сличения по установке. Задают интервал измерения с временем отсечки 120 с. После команды «Начать измерение» ИВБ обрабатывает команду «старт» на начало подсчета импульсов. После истечения 120 с обрабатывает команду «стоп» на завершение подсчета

импульсов. Набранное количество импульсов ИВБ регистрируемое в протоколе измерения сравнивают с количеством импульсов подсчитанным частотомером.

Набранное количество импульсов установки сравнивают с количеством импульсов, подсчитанным частотомером. Измерения повторяют не менее пяти раз на каждой частоте следования импульсов.

На установке задают значение веса импульса k , $\text{дм}^3/\text{имп}$, равным 1.

10.2 Определение допускаемой абсолютной погрешности установки при измерении интервалов времени

Данный пункт выполняется при определении допускаемой абсолютной погрешности установки при измерении интервалов времени.

Эталон времени включают в режим измерения временных интервалов и синхронизируют его работу с сигналами «старт» и «стоп», предусмотренных на установке, которые формируют интервал измерения. Запускают ИВБ установки и задают временные интервалы измерений, равные 5, 100, 1800, 3600 с и в рабочем режиме поверки средств измерений методом сличения проводят измерения.

Фиксируют показания эталона времени и установки. Количество измерений должно быть не менее двух.

10.3 Определение абсолютной погрешности установки при измерении температуры жидкости

Данный пункт выполняют при определении абсолютной погрешности установки при измерении температуры.

Для определения абсолютной погрешности установки при измерении температуры жидкости выполняют подключение установки к эталону температуры и термостату в соответствии с эксплуатационными документами на установку, на эталон температуры и термостат.

Абсолютную погрешность установки при измерении температуры жидкости определяют не менее двух раз на трех равноудаленных значениях температуры, включая наименьшую и наибольшую точки. Значения температуры жидкости устанавливают с допуском не более ± 3 °С в каждой точке измерений.

10.4 Определение приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности установки при измерении избыточного давления измеряемой среды

Данный пункт выполняют при определении приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности установки при измерении избыточного давления измеряемой среды.

Для определения приведенной к верхнему значению диапазона измерений погрешности установки при измерении избыточного давления измеряемой среды заполняют гидравлический тракт установки водой, выходной шланг установки заглушают. Входной шланг установки подключают к опрессовочному насосу с эталоном давления.

Посредством опрессовочного насоса в гидравлическом тракте установки создают избыточное давление значениями 0,05; 0,50; 0,95 МПа. После выдержки на каждом значении заданного избыточного давления не менее 10 секунд фиксируют показания измеренного избыточного давления по индикатору контроллера установки и по показаниям эталона. Количество измерений на каждом значении избыточного давления должно быть не менее двух.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

11.1.1 Определение относительной погрешности измерительного канала объема жидкости в потоке δ_V , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{V_{ji}} = \frac{V_{y_{ji}} - V_{э_{ji}}}{V_{э_{ji}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где V_y – объем жидкости в потоке по показаниям установки, дм^3 ;
 $V_э$ – объем жидкости в потоке по показаниям эталона, дм^3 ;
 j – индекс точки;
 i – индекс измерения.

Относительную погрешность измерительного канала объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости, δ_{Q_V} , %, приравнивают к относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке δ_V .

11.1.2 Определение относительной погрешности частотно-импульсного измерительного канала

Относительную погрешность частотно-импульсного измерительного канала, $\delta_{чк}$, %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{чк_{ji}} = \frac{N_{y_{ji}} - N_{э_{ji}}}{N_{э_{ji}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где N_y – количество импульсов по показаниям установки, имп;
 $N_э$ – количество импульсов по показаниям частотомера, имп.

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

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

$$\delta_{\Sigma V} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{V_{\max}}^2 + \delta_{чк_{\max}}^2 + \delta_э^2}, \quad (3)$$

где δ_V – значение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке (объемного расхода жидкости) измерительного канала объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости, полученное по пункту 11.1.1, %;

$\delta_{чк}$ – наибольшее значение относительной погрешности частотно-импульсного измерительного канала, полученное по пункту 11.1.2, % (при отсутствии частотно-импульсного измерительного канала принимаем равным 0);

$\delta_э$ – пределы допускаемой относительной погрешности эталона (доверительные границы суммарной погрешности эталона, расширенная неопределенность эталона), полученная из эксплуатационных документов или описания типа, %;

max – индекс наибольшего из значений.

Относительную погрешность установки при измерении объемного расхода жидкости δ_{Q_V} , %, приравнивают к относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке δ_V .

Результат считают положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости не превышает значений, указанных в паспорте на установку или отрицательным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной

погрешности) при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости превышает значения, указанным в паспорте на установку. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.2 Абсолютную погрешность измерений временных интервалов $\Delta\tau$, с, вычисляют по формуле:

$$\Delta\tau_j = \tau_{y_j} - \tau_{ч_j} \quad (5)$$

где τ_y – время измерения по показаниям установки, с;
 $\tau_ч$ – время измерения по показаниям эталона времени, с.

Результат считают положительным, если абсолютная погрешность измерений временных интервалов не превышает $\pm 0,2$ с. Результат считают отрицательным, если абсолютная погрешность измерения временных интервалов превышает $\pm 0,2$ с. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.3 Определение абсолютной погрешности установки при измерении температуры жидкости

Данный пункт выполняют при определении абсолютной погрешности установки при измерении температуры жидкости.

Абсолютную погрешность установки при измерении температуры жидкости ΔT , °С, определяют по формуле:

$$\Delta T_{ji} = T_{y_{ji}} - T_{э_{ji}}, \quad (9)$$

где T_y – температура по показаниям установки, °С;
 $T_э$ – температура по показаниям эталона температуры, °С.

Результат считают положительным, если абсолютная погрешность установки при измерении температуры жидкости не превышает $\pm 0,5$ °С. Результат считают отрицательным, если абсолютная погрешность при измерении температуры жидкости превышает $\pm 0,5$ °С. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

11.4 Определение приведенной погрешности установки при измерении избыточного давления жидкости

Данный пункт выполняют при определении приведенной погрешности установки при измерении избыточного давления жидкости.

Приведенную погрешность установки при измерении избыточного давления жидкости γ_P , %, определяют по формуле:

$$\gamma_{P_{ji}} = \frac{P_{y_{ji}} - P_{э_{ji}}}{0,6} \cdot 100 \quad (9)$$

где P_y – давление по показаниям установки, МПа;
 $P_э$ – давление по показаниям эталона, МПа.

Результат считают положительным, если приведенная погрешность установки при измерении избыточного давления жидкости не превышает $\pm 0,5$ %. Результат считают отрицательным, если приведенная погрешность установки при измерении избыточного давления

жидкости превышает $\pm 0,5\%$. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

При положительных результатах поверки установка соответствует рабочему эталону единиц объемного расхода жидкости и объема жидкости в потоке 3-го разряда в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256.

12 Оформление результатов поверки

12.1 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 Российской Федерации.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие установки обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также нанесением самоклеящейся пломбы со знаком поверки на лицевую часть панели.

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

4 Определение метрологических характеристик средства измерений:

Таблица А.1 – Определение относительной погрешности измерительного канала объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

№ изм.	$Q_{Vном}$, (м ³ /ч)	Тизм, с	$Vэ$, дм ³	$Vу$, дм ³	Р жидк, МПа	t жидк, °С	$\delta_{V(QV)}$, %	$\delta_{V(QV)наиб}$, %
1								
...								
<i>i</i>								
1								
...								
<i>i</i>								
1								
...								
<i>i</i>								

Таблица А.2 – Определение относительной погрешности частотно-импульсного измерительного канала

№ изм.	F, Гц	Nу, имп	Nэ, имп	$\delta_{чк}$, %	$\delta_{чкнаиб}$, %
1	100				
...					
<i>i</i>					
1	500				
...					
<i>i</i>					
1	1000				
...					
<i>i</i>					

должность лица, проводившего
поверку

подпись

Ф.И.О.

Дата поверки _____

Таблица А.3 – Относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости

$Q_{Vном.}$ (м ³ /ч)	0,015	0,05	0,1	2,5	5,0
$\delta_{\Sigma V(Q_V)}$, (%)					
δ отн.погр. доп.* , %					
δ отн.погр. доп.* – пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости					

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Таблица А.4 – Определение абсолютной погрешности установки при измерении интервалов времени

№ изм.	τ_y , с	$\tau_{ч}$, с	Δ_{τ} , (с)
1			
...			
<i>i</i>			
1			
...			
<i>i</i>			
1			
...			
<i>i</i>			

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Дата поверки _____

должность лица, проводившего
поверку

подпись

Ф.И.О.

Стр. ____ из ____

Таблица А.5 – Определение абсолютной погрешности установки при измерении температуры

№ изм.	$T_{э}$, °С	T_y , °С	Δ_T , °С	$\Delta_{Tнаиб}$, °С	$\Delta_{T доп.}^*$, °С
--------	--------------	------------	-----------------	-----------------------	--------------------------

1				±0,5
...				
<i>i</i>				
1				
...				
<i>i</i>				
1				
...				
<i>i</i>				
$\Delta_{T \text{ доп}}^*$ – Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры жидкости				

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Таблица А.6 – Определение приведенной к верхнему диапазону измерений погрешности установки при измерении избыточного давления измеряемой среды

№ изм.	$P_{\text{э}}$, МПа	$P_{\text{у}}$, МПа	$\gamma_{\text{Р}}$, %	$\gamma_{\text{Р}}^*$, %	
1				±0,5	
...					
<i>i</i>					
1					
...					
<i>i</i>					
1					
...					
<i>i</i>					
$\Delta_{\gamma_{\text{Р}}}^*$ – Пределы допускаемой приведенной к верхнему диапазону измерений погрешности при измерении избыточного давления жидкости					

Результат: (положительный/отрицательный) _____

Дата поверки _____

должность лица, проводившего
поверку

подпись

Ф.И.О.

Стр. ____ из ____

Заключение по результатам поверки (годен / негоден): _____

должность лица, проводившего
поверку

подпись

Ф.И.О.

Дата поверки
