

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно - исследовательский институт расходометрии»
(ФГУП «ВНИИР»)

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –
Первый заместитель директора
по научной работе – заместитель
директора по качеству ФГУП «ВНИИР»

_____ В.А. Фафурин

« 17 » октября 2014 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки поверочные СР, СР-М

Методика поверки

МП 0199-14-2014

Казань
2014

1 РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Груздев Р.Н., Загидуллин Р.И.

2 УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР» 17 октября 2014 г.

Настоящая рекомендация распространяется на установки поверочные СР, СР-М (далее – ПУ) и устанавливает объем, порядок и методику проведения первичной и периодической поверок ПУ.

Интервал между поверками:

- для ПУ стационарного применения 24 месяца;
- для ПУ транспортируемого применения 12 месяцев.

1. Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	6.1
Опробование	6.2
Определение метрологических характеристик ПУ	6.3
Проверка отсутствия протечек	6.4
Определение относительного отклонения вместимости измерительного участка ПУ от значения, полученного при предыдущей поверке	6.5

2. Средства поверки

При проведении поверки применяют следующие средства поверки и вспомогательное оборудование:

2.1 Мерник эталонный 1-го разряда (далее – мерник) с пределами допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02 \%$ и номинальной вместимостью V_{M0} , дм^3 , соответствующей номинальной вместимости измерительного участка ПУ.

2.2 Термометры с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.3 Манометр класса точности 0,6.

2.4 Секундомер любого типа с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1,0 \text{ с}$.

2.5 Емкость-хранилище с вместимостью не менее, чем в 2,2 – 2,5 раза большей вместимости измерительного участка ПУ.

Должны быть предусмотрены меры, исключающие всасывания воздуха в насос при наименьшем уровне воды в емкости-хранилище.

2.6 Насос, фильтр, соединительные трубопроводы и арматура.

2.7 Все средства поверки должны быть утвержденного типа, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

2.8 Допускается применять другие аналогичные по назначению средства поверки утвержденных типов, если их метрологические характеристики (МХ) не уступают указанным в данной методике поверки.

3. Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- в области охраны труда – Трудовой кодекс Российской Федерации;
- в области промышленной безопасности – Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (приказ Ростехнадзора № 101 от 12 марта 2013 г. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»), Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (приказ № 784 от 27 декабря 2012 г. «Об утверждении Руководства по безопасности «Рекомендации по

устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов)), а также другими действующими нормативными документами (НД);

– в области пожарной безопасности – Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Постановление Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации»), СНиП 21.01-97 (с изм. № 1,2) «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

– в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок – Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

– в области охраны окружающей среды – Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. 12 марта 2014 г.) «Об охране окружающей среды».

3.2 Оборудование, используемое при поверке, и средства измерений (СИ) должны иметь эксплуатационную документацию, формуляр, паспорт и техническое описание.

3.3 Наибольшее давление при поверке не должно превышать значения, указанного в эксплуатационной документации на оборудование и СИ. Использование элементов монтажа или шлангов, не прошедших гидравлические испытания, запрещаются.

3.4 На ПУ и трубопроводах, заполненных поверочной жидкостью, должны применяться только СИ и оборудование взрывозащищенного исполнения.

3.5 На СИ и оборудовании должны быть четкие надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения их безопасной эксплуатации.

3.6 К СИ и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы и площадки, соответствующие требованиям безопасности.

3.7 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых СИ, снятие показаний СИ и соответствовать санитарным нормам согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95».

3.8 Управление оборудованием и СИ выполняют лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию технологического и поверочного оборудования.

3.9 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителя, изучивших эксплуатационную документацию на ПУ и средства их поверки и настоящую методику поверки и прошедших инструктаж по технике безопасности.

3.10 При появлении течи поверочной жидкости, загазованности и других ситуаций, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверку прекращают.

4. Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|--|-----------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от 10 до 30; |
| – поверочная жидкость | вода питьевая; |
| – температура поверочной жидкости, °С | от 10 до 30; |
| – содержание свободного газа в поверочной жидкости | не допускается. |

Примечание - Допускается использовать воду подземных и поверхностных источников, имеющую мутность не более 1500 мг/дм³.

При проведении поверки необходимо исключить воздействие внешних вибраций и тряски, потоков воздуха, сквозняков.

Наличие вблизи мерника или поверяемой ПУ нагревательных приборов или отопительных систем, способствующих одностороннему нагреванию мерника или поверяемой ПУ, не допускается.

4.2 Значение поверочного расхода Q_1 , при котором определяют МХ ПУ, и значение расхода Q_2 , при котором выполняют контроль отсутствия протечек, устанавливают, исходя из следующих условий:

- значения расхода Q_1 и Q_2 должны обеспечивать равномерное движение поршня ПУ;
- значение расхода Q_1 должно не менее, чем в 2 раза превышать значение Q_2 ;
- значения расхода выбирают в пределах диапазона, в котором нормируются МХ ПУ.

Отклонение поверочного расхода от установленного значения в процессе поверки не должно превышать 2,5 %.

4.3 Изменение температуры поверочной жидкости в ПУ по абсолютной величине не должно превышать 0,2 °С за время прохождения поршня в одном направлении от одного детектора до другого.

5. Подготовка к поверке

При проведении поверки применяют метод прямых измерений вместимости измерительного участка ПУ, основанный на том, что поверочную жидкость, вытесняемую из ПУ при движении поршня по измерительному участку от одного детектора до другого, направляют в мерник и измеряют ее объем.

При поверке определяют значения вместимости измерительного участка ПУ для двух возможных положений ПУ относительно поверяемого (градуируемого) СИ при эксплуатации ПУ:

- положения Downstream, когда СИ расположено после ПУ по направлению движения потока жидкости;
- положения Upstream, когда СИ расположено до ПУ по направлению движения потока жидкости.

Допускается определять только одно значение вместимости измерительного участка ПУ, которое будет использоваться при эксплуатации ПУ.

Перед проведением поверки проводят следующие подготовительные работы:

5.1 Выполняют поверку преобразователей температуры и давления, термометров (при наличии), манометров (при наличии) и поточного преобразователя плотности (для ПУ СР-М), входящих в состав ПУ в соответствии с действующими НД на их поверку.

5.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке всех СИ, применяемых при поверке ПУ.

5.3 Перед проведением поверки ПУ, которая находилась в эксплуатации, проверяют степень очистки ее внутренней поверхности. Чистоту внутренней поверхности ПУ после промывки считают удовлетворительной, если в пробе воды, отобранной из ПУ в стеклянный сосуд, отсутствуют следы нефти, нефтепродуктов, химикатов, промышленных жидкостей.

5.4 Выполняют монтаж технологической схемы поверки в соответствии с рисунком А (Приложение А). Монтаж проводят в строгом соответствии с требованиями эксплуатационной документации на ПУ, средства поверки и вспомогательное оборудование.

Для подключения ПУ к технологической схеме поверки используют два вентилирующих и два дренажных крана ПУ.

Входной и выходной фланцы ПУ должны быть перекрыты запорной арматурой, снабженной средствами контроля ее герметичности, либо заглушены путем установки заглушек (глухих фланцев). При проведении поверки ПУ тарельчатый клапан поршня ПУ должен быть закрыт.

5.5 Выполняют подготовку ПУ в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на ПУ.

5.6 Подготовка средств поверки и вспомогательного оборудования

5.6.1 Емкость-хранилище наполняют поверочной жидкостью. Должны быть предусмотрены меры, исключающие всасывания воздуха в насос при наименьшем уровне поверочной жидкости в емкости-хранилище.

5.6.2 Визуально проверяют мерник на отсутствие механических повреждений, которые могут повлиять на его вместимость. Убеждаются в отсутствии каких-либо посторонних предметов внутри мерника, отсутствии трещин, коррозии, отложений на внутренней поверхности мерника, которые могут изменить его объем. Мерник должен быть

чистым, без следов масла или грязи. Внутренние соединения и швы должны быть гладкими и ровными.

Горловина мерника должна иметь ровную цилиндрическую форму и одинаковый диаметр по всей длине.

Деления линейки должны быть строго горизонтальными и четкими.

Водомерная трубка или водоуказательное окно мерника должны быть чистыми.

5.6.3 Проверяют работоспособность запорной и регулирующей арматуры.

5.7 Заполнение ПУ и технологической схемы поверки поверочной жидкостью.

5.7.1 При открытых кранах К1, К3 – К8 и закрытом кране К2 включают насос.

ПУ начинает заполняться водой. При этом воздух, содержащийся в ПУ и технологической схеме, выходит через кран К1. Поршень ПУ начинает перемещаться до достижения конечного положения в конце измерительного участка.

Закрывают краны К5 и К7. При этом поршень ПУ начинает перемещаться до достижения конечного положения в начале измерительного участка.

5.7.2 Открывают краны К5 и К7 и закрывают краны К4 и К6. Поршень ПУ начинает перемещаться до достижения конечного положения в конце измерительного участка.

Открывают краны К4 и К6 и закрывают краны К5 и К7. Поршень ПУ начинает перемещаться до достижения конечного положения в начале измерительного участка.

5.7.3 Повторяют операции по 5.7.2 до полного вытеснения воздуха из ПУ и технологической схемы (из крана К1 должна вытекать струя поверочной жидкости без пузырьков воздуха).

5.8 Выполняют стабилизацию температуры поверочной жидкости.

Открывают краны К5, К7 и закрывают краны К4, К6. Закрывают кран К3, чтобы заполнить поверочной жидкостью мерник. Когда мерник заполнится, приоткрывают кран К3 так, чтобы поверочная жидкость вытекала из мерника с той же скоростью, с какой она втекает в мерник. Уровень поверочной жидкости должен поддерживаться на отметке номинальной вместимости или около нее.

Циркуляция поверочной жидкости должна выполняться до стабилизации ее температуры. Температуру поверочной жидкости считают стабильной, если ее изменение за время, необходимое для прохождения поршня от одного детектора до другого, по абсолютной величине не превышает 0,2 °С.

Стабилизацию температуры контролируют по показаниям термометров, установленных на входе и выходе ПУ и на выходе мерника.

5.9 Контролируют герметичность технологической системы по отсутствию течи поверочной жидкости через фланцевые соединения, сальники, запорную и регулирующую арматуру.

6. Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемой ПУ следующим требованиям:

- комплектность ПУ соответствует указанной в эксплуатационной документации (формуляре, паспорте);
- на ПУ отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения на элементах ПУ нанесены четко и соответствуют требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие нарушений герметичности кабельных вводов, видимых механических повреждений кабелей.

6.2 Опробование

Опробование ПУ проводят в комплекте со средствами поверки в следующей последовательности.

6.2.1 Опробование ПУ в положении Downstream

Переключатель S2 на интерфейсной плате панели управления ПУ устанавливают в нижнее положение (в положение «Downstream»).

Открывают краны K4 и K6 и закрывают краны K5 и K7 для перемещения поршня ПУ в начало измерительного участка (при открытом кране K1).

При достижении поршнем конечного положения в начале измерительного участка открывают краны K5, K7 и закрывают краны K4, K6.

Переключатель S1 переводят в положение «Run».

Открывается электромагнитный клапан КЭ и поршень ПУ начинает перемещаться от начала к концу измерительного участка.

При приближении флажка поршня ПУ к детектору Д1 на расстояние 25 – 50 мм закрывают кран K1. Одновременно прикрывают кран K3 так, чтобы поверочная жидкость вытекала из мерника с той же скоростью, с какой она втекает в мерник. Уровень поверочной жидкости должен поддерживаться на отметке номинальной вместимости мерника или около нее.

Закрывают защитный кожух детекторов ПУ.

При вхождении флажка поршня ПУ в зону срабатывания детектора Д1 электромагнитный клапан КЭ закрывается.

Открывают кран K3 и опорожняют мерник.

По истечении 1 минуты закрывают кран K3.

Переключатель S1 переводят в положение «Run». Открывается электромагнитный клапан КЭ и начинается заполнения мерника поверочной жидкостью. Открывают кран K1 (при необходимости уменьшения времени заполнения мерника). Одновременно запускают секундомер для измерения времени перемещения поршня от детектора Д1 до детектора Д2.

В процессе прохождения поршнем измерительного участка ПУ фиксируют значения температуры поверочной жидкости на входе и выходе ПУ, давления поверочной жидкости на входе ПУ и температуры окружающего воздуха возле детекторов ПУ.

При приближении флажка поршня ПУ к детектору Д2 (определяют по характерному нарастающему звуку плещущейся поверочной жидкости в верхней сужающейся части мерника) закрывают кран K1. При вхождении флажка поршня ПУ в зону детектора Д2 электромагнитный клапан КЭ закрывается, после чего останавливают секундомер.

Через 0,5 мин после заполнения мерника определяют объем поверочной жидкости в нем по шкале на горловине.

Открывают кран K3 и частично опорожняют мерник. В процессе опорожнения мерника измеряют температуру поверочной жидкости, погружая термометр в струю вытекающей поверочной жидкости.

Закрывают кран K3. Открывают кран K1 и восполняют слитую из мерника поверочную жидкость. Когда мерник заполнится, приоткрывают кран K3 так, чтобы поверочная жидкость вытекала из мерника с той же скоростью, с какой она втекает в мерник.

6.2.2 Определяют расход поверочной жидкости Q , м³/ч, при перемещении поршня ПУ от детектора Д1 до детектора Д2 по формуле

$$Q = \frac{V_0^{III} \times 3,6}{T}, \quad (1)$$

где V_0^{III} – вместимость измерительного участка ПУ при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа при соответствующем положении ПУ относительно СИ (Downstream, Upstream), определенная по результатам предыдущей поверки (из свидетельства о предыдущей поверке) дм³;

T – время перемещения поршня ПУ от детектора Д1 до детектора Д2, с.

П р и м е ч а н и е – При первичной поверке ПУ в формуле (1) вместо V_0^{III} используют значение номинальной вместимости измерительного участка ПУ при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа из эксплуатационной документации на ПУ.

6.2.3 При необходимости выполняют коррекцию расхода поверочной жидкости до значения Q_1 при помощи КР.

6.2.4 Опробование ПУ в положении Upstream

Переключатель S2 на интерфейсной плате панели управления ПУ устанавливают в верхнее положение (в положение «Upstream»).

Открывают краны K5 и K7 и закрывают краны K4 и K6 для перемещения поршня ПУ в конец измерительного участка.

При достижении поршнем конечного положения в конце измерительного участка закрывают краны K1 и K3.

Открывают краны K4, K6 и закрывают краны K5, K7.

Переключатель S1 переводят в положение «Run».

Открывается электромагнитный клапан КЭ и поршень ПУ начинает перемещаться от конца к началу измерительного участка.

Приоткрывают кран K3 так, чтобы поверочная жидкость вытекала из мерника с той же скоростью, с какой она втекает в мерник. Уровень поверочной жидкости должен поддерживаться на отметке номинальной вместимости мерника или около нее.

При выходе флажка поршня ПУ из зоны срабатывания детектора Д2 электромагнитный клапан КЭ закрывается.

Закрывают защитный кожух детекторов ПУ (если до этого он не был закрыт).

Открывают кран K3 и опорожняют мерник.

По истечении 1 мин закрывают кран K3.

Переключатель S1 переводят в положение «Run». Открывается электромагнитный клапан КЭ и начинается заполнения мерника поверочной жидкостью. Открывают кран K1 (при необходимости уменьшения времени заполнения мерника). Одновременно запускают секундомер для измерения времени перемещения поршня от детектора Д2 до детектора Д1.

В процессе прохождения поршнем измерительного участка ПУ фиксируют значения температуры поверочной жидкости на входе и выходе ПУ, давления поверочной жидкости на входе ПУ и температуры окружающего воздуха возле детекторов ПУ.

При приближении флажка поршня ПУ к детектору Д1 (определяют по характерному нарастающему звуку плещущейся поверочной жидкости в верхней сужающейся части мерника) закрывают кран K1. При выходе флажка поршня ПУ из зоны детектора Д1 электромагнитный клапан КЭ закрывается, после чего останавливают секундомер.

Через 0,5 мин после заполнения мерника определяют объем поверочной жидкости в нем по шкале на горловине.

Открывают кран K3 и частично опорожняют мерник. В процессе опорожнения мерника измеряют температуру поверочной жидкости, погружая термометр в струю вытекающей поверочной жидкости.

Закрывают кран K3. Открывают кран K1 и восполняют слитую из мерника поверочную жидкость. Когда мерник заполнится, приоткрывают кран K3 так, чтобы поверочная жидкость вытекала из мерника с той же скоростью, с какой она втекает в мерник.

6.2.5 Определяют расход поверочной жидкости при перемещении поршня ПУ от детектора Д2 до детектора Д1 по формуле (1).

6.2.6 При необходимости выполняют коррекцию расхода поверочной жидкости до значения Q_1 при помощи КР.

6.3 Определение МХ ПУ

6.3.1 Выполняют семь измерений ($n=7$) по 6.2.1 или 6.2.4 (в зависимости от используемого положения ПУ относительно поверяемого (градуируемого) СИ при эксплуатации ПУ).

6.3.2 Определяют вместимость измерительного участка ПУ при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа при i -м измерении V_{0i} , м³, по формуле

$$V_{0i} = \frac{V_i \times Ctdw_i \times Ctsm_i}{Cplp_i \times Cpsp_i \times Cts p_i}, \quad (2)$$

где V_i – объем поверочной жидкости в мернике при i -м измерении, дм³;

Ct_{sm_i} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры стенок мерника на вместимость мерника при i -м измерении;

$Cplp_i$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления на объем поверочной жидкости в ПУ при i -м измерении;

$Cpsp_i$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления поверочной жидкости на вместимость измерительного участка ПУ при i -м измерении;

$Ctsp_i$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры стенок ПУ и инваровых стержней ПУ на вместимость измерительного участка ПУ при i -м измерении;

$Ctdw_i$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние разности температуры в ПУ и мернике на объем поверочной жидкости при i -м измерении.

Значение Ct_{sm_i} определяют по формуле

$$Ct_{sm_i} = 1 + 3 \times \alpha_{\text{л}} \times (t_{Mi} - 20) = 1 + \alpha_o \times (t_{Mi} - 20), \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{л}}, \alpha_o$ – коэффициенты линейного и объемного расширения материала стенок мерника, соответственно, $1/^\circ\text{C}$ (определяют по таблице Б.1 приложения Б);

t_{Mi} – температура поверочной жидкости в мернике при i -м измерении, $^\circ\text{C}$.

Значение $Cplp_i$ определяют по формуле

$$Cplp_i = \frac{1}{1 - P_{\text{пви}} \times F}, \quad (4)$$

где $P_{\text{пви}}$ – избыточное давление поверочной жидкости на входе ПУ при i -м измерении, МПа;

F – коэффициент сжимаемости поверочной жидкости, $1/\text{МПа}$ (для воды принимают равным $4,64 \cdot 10^{-4} \text{ } 1/\text{МПа}$).

Значение $Cpsp_i$ определяют по формуле

$$Cpsp_i = 1 + \frac{P_{\text{пви}} \times D}{E \times S}, \quad (5)$$

где D – внутренний диаметр измерительного участка ПУ, мм (из эксплуатационной документации ПУ);

E – модуль упругости материала стенок ПУ, МПа (определяют по таблице Б.1 приложения Б);

S – толщина стенок измерительного участка ПУ, мм (из эксплуатационной документации ПУ).

Значение $Ctsp_i$ определяют по формуле

$$Ctsp_i = (1 + \alpha_{\kappa} \times (t_{\text{пви}} - 20)) \times (1 + \alpha_{\text{ин}} \times (t_{\text{CTi}} - 20)), \quad (6)$$

где α_{κ} – квадратичный коэффициент расширения материала стенок ПУ, $1/^\circ\text{C}$ (определяют по таблице Б.1 приложения Б);

$t_{\text{пви}}$ – среднее арифметическое значение температуры поверочной жидкости на входе и на выходе ПУ при i -м измерении, $^\circ\text{C}$, вычисляемое по формуле

$$t_{\text{пви}} = \frac{t_{\text{вхi}} + t_{\text{выхi}}}{2}, \quad (7)$$

где $t_{\text{вхi}}, t_{\text{выхi}}$ – температура поверочной жидкости на входе и выходе ПУ при i -м измерении соответственно, $^\circ\text{C}$;

$\alpha_{\text{ин}}$ – коэффициент линейного расширения материала инваровых стержней ПУ, $1/^\circ\text{C}$ (принимают равным $1,44 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$);

t_{CTi} – температура окружающего воздуха возле детекторов ПУ, $^\circ\text{C}$.

Значение $Ctdw_i$ определяют по формуле

$$Ctdw_i = \frac{\rho_{Mi}}{\rho_{ПVi}}, \quad (8)$$

где $\rho_{Mi}, \rho_{ПVi}$ – значения плотности поверочной жидкости в мернике и ПУ при i -м измерении, соответственно, кг/м³; для воды определяют для значений температуры t_{Mi} и $t_{ПVi}$ по формуле

$$\rho_i = 999,8395639 + 0,06798299989 \times t_i - 0,009106025564 \times t_i^2 + 0,0001005272999 \times t_i^3 - 0,000001126713526 \times t_i^4 + 0,000000006591795606 \times t_i^5. \quad (9)$$

6.3.3 Определяют вместимость измерительного участка ПУ при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа V_0 , дм³, по формуле

$$V_0 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n}, \quad (10)$$

где n – количество измерений при определении вместимости измерительного участка ПУ ($n=7$).

6.3.4 Определяют среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности ПУ $S_{0ПУ}$, %, по формуле

$$S_{0ПУ} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i} - V_0)^2}{n-1}} \times \frac{100}{V_0}. \quad (11)$$

Проверяют выполнение условия

$$S_{0ПУ} \leq 0,015 \%. \quad (12)$$

В случае невыполнения условия (12) выявляют и устраняют причины, выявляют промахи в соответствии с приложением В.

Допускают не более одного промаха. В противном случае поверку прекращают.

После исключения промаха выполняют дополнительное измерение.

Проводят повторное определение СКО случайной составляющей погрешности ПУ по (11) и проверку выполнения условия (12). При повторном невыполнении условия (12) поверку прекращают.

При выполнении условия (12) поверку продолжают.

6.3.5 Определяют границы суммарной систематической составляющей погрешности ПУ $\Theta_{\Sigma 0}$, %, по формуле

$$\Theta_{\Sigma 0} = |\Theta_M| + |\Theta_t|, \quad (13)$$

где Θ_M – пределы допускаемой основной относительной погрешности мерника, %;

Θ_t – граница составляющей систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры, %, вычисляемая по формуле

$$\Theta_t = \beta \times 100 \times \sqrt{\Delta t_M^2 + \Delta t_{ПВ}^2}, \quad (14)$$

где $\Delta t_M, \Delta t_{ПВ}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности термометров при измерении температуры в мернике и ПУ соответственно, °С (из свидетельств о поверке);

β – коэффициент объемного расширения поверочной жидкости, 1/°С (для воды принимают равным $2,6 \cdot 10^{-4}$ 1/°С).

6.3.6 Определяют границы случайной составляющей погрешности определения среднего значения вместимости ПУ Θ_{V0} , %, по формуле

$$\Theta_{V0} = t_{0,99}^n \times \frac{S_{0ПВ}}{\sqrt{n}}, \quad (15)$$

где $t_{0,99}^n$ – квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99 и числе измерений n (при n=7 принимают равной 3,707).

6.3.7 Определяют СКО суммы составляющих неисключенной систематической погрешности, $S_{\Theta_{\Sigma 0}}$, %, по формуле

$$S_{\Theta_{\Sigma 0}} = \sqrt{\frac{1}{3} \times (\Theta_M^2 + \Theta_t^2)}. \quad (16)$$

6.3.8 Определяют СКО суммы неисключенных систематических и случайных погрешностей, S_{Σ} , %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta_{\Sigma 0}}^2 + \left(\frac{S_{0ПВ}}{\sqrt{n}} \right)^2}. \quad (17)$$

6.3.9 Определяют коэффициент для нахождения доверительных границ суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей (t_{Σ}) по формуле

$$t_{\Sigma} = \frac{\Theta_{\Sigma 0} + \Theta_{V0}}{S_{\Theta_{\Sigma 0}} + \frac{S_{0ПВ}}{\sqrt{n}}}. \quad (18)$$

6.3.10 Определяют относительную погрешность ПУ δ_0 , %, по формуле

$$\delta_0 = S_{\Sigma} \times t_{\Sigma}. \quad (19)$$

Проверяют выполнение условия

$$\delta_0 \leq 0,05 \%. \quad (20)$$

Результаты поверки ПУ являются положительными, если выполняется условие (20).

6.4 Проверка отсутствия протечек

6.4.1 Регулятором расхода КР устанавливают значение расхода Q_2 , выбранное для проверки отсутствия протечек в соответствии 4.2.

6.4.2 Выполняют три измерения (n=3) по 6.2.1 либо 6.2.4 (в зависимости от используемого положения ПУ относительно поверяемого (градуируемого) СИ при эксплуатации ПУ).

6.4.3 Определяют вместимость измерительного участка ПУ при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа $V_0^{нром}$, дм³, по формулам (2) – (10).

6.4.4 Определяют относительное отклонение вместимости измерительного участка ПУ $V_0^{нром}$ от значения, полученного при определении МХ ПУ, δ_V , %, по формуле

$$\delta_V = \frac{V_0^{нром} - V_0}{V_0} \times 100. \quad (21)$$

6.4.5 Проверяют выполнение условия

$$|\delta_V| \leq 0,018 \%. \quad (22)$$

При невыполнении условия (22) проводят анализ результатов измерений.

Если $\delta_v > 0$ и $|\delta_v| > 0,018 \%$, то это свидетельствует о наличии протечек поверочной жидкости в ПУ и необходимости их устранения.

Если $\delta_v < 0$ и $|\delta_v| > 0,018 \%$, то это свидетельствует о допущенных ошибках при выполнении измерений и необходимости повторения измерений после устранения причин, вызвавших ошибки.

6.5 Определение относительного отклонения вместимости измерительного участка ПУ от значения, полученного при предыдущей поверке

6.5.1 Относительное отклонение вместимости измерительного участка ПУ от значения вместимости, полученного при предыдущей поверке, δ_{00} , %, определяют по формуле

$$\delta_{00} = \frac{V_0 - V_0^{III}}{V_0^{III}} \times 100, \quad (23)$$

где V_0^{III} – значение вместимости измерительного участка ПУ, определенное по результатам предыдущей поверки ПУ, дм^3 .

П р и м е ч а н и е – При первичной поверке или после ремонта ПУ δ_{00} не определяют.

6.5.2 Проверяют выполнение условия

$$|\delta_{00}| \leq 0,05 \%. \quad (24)$$

При невыполнении условия (24) анализируют полученные результаты, устраняют причины их возникновения и проводят повторную поверку ПУ.

6.6 Условия допуска ПУ к применению

ПУ допускают к применению в случае получения положительных результатов поверки.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки по форме приложения Г.

При оформлении протокола поверки:

- значения времени движения поршня при i -м измерении (T_i , с) вносят в протокол поверки округленными до целого значения, температуры ($^{\circ}\text{C}$) – до первого знака после запятой, давления (МПа) – до второго, объема поверочной жидкости в мернике (дм^3) – до третьего знака после запятой;

- значения поправочных коэффициентов вычисляют с точностью до седьмого знака после запятой, в протокол поверки вносят значения, округленные до шестого знака после запятой;

- значения плотности поверочной жидкости (кг/м^3) вычисляют с точностью до третьего знака после запятой, в протокол поверки вносят значения, округленные до второго знака после запятой;

- значения вместимости измерительного участка ПУ (дм^3) вычисляют с точностью до четвертого знака после запятой, в протокол поверки вносят значения, округленные до третьего знака после запятой;

- значения погрешностей (%) и СКО случайной составляющей погрешности (%) вычисляют с точностью до четвертого знака после запятой, в протокол поверки вносят значения, округленные до третьего знака после запятой.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений», на лицевой стороне которого указывают, что на основании результатов поверки ПУ признана пригодной к применению.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- пределы допускаемой относительной погрешности ПУ $\pm 0,05 \%$;
- рабочий диапазон расхода ПУ, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Далее указывают фактические значения МХ ПУ для каждого из положений ПУ относительно поверяемого (градуируемого) СИ при эксплуатации ПУ (либо только для одного из положений, если второе при эксплуатации ПУ не используется):

- вместимость измерительного участка ПУ (Downstream и/или Upstream) V_0 , дм^3 ;
- СКО случайной составляющей погрешности ПУ $S_{0\text{ПВ}}$, %;
- границы случайной составляющей погрешности определения среднего значения вместимости ПУ Θ_{V_0} , %;
- границы суммарной систематической составляющей погрешности ПУ $\Theta_{\Sigma 0}$, %;
- фактическое значение относительной погрешности ПУ δ_0 , %.

7.3 При отрицательных результатах поверки ПУ к применению не допускают, свидетельство аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин согласно ПР 50.2.006.

Приложение А
(рекомендуемое)

Принципиальная схема соединений поверяемой ПУ и средств поверки

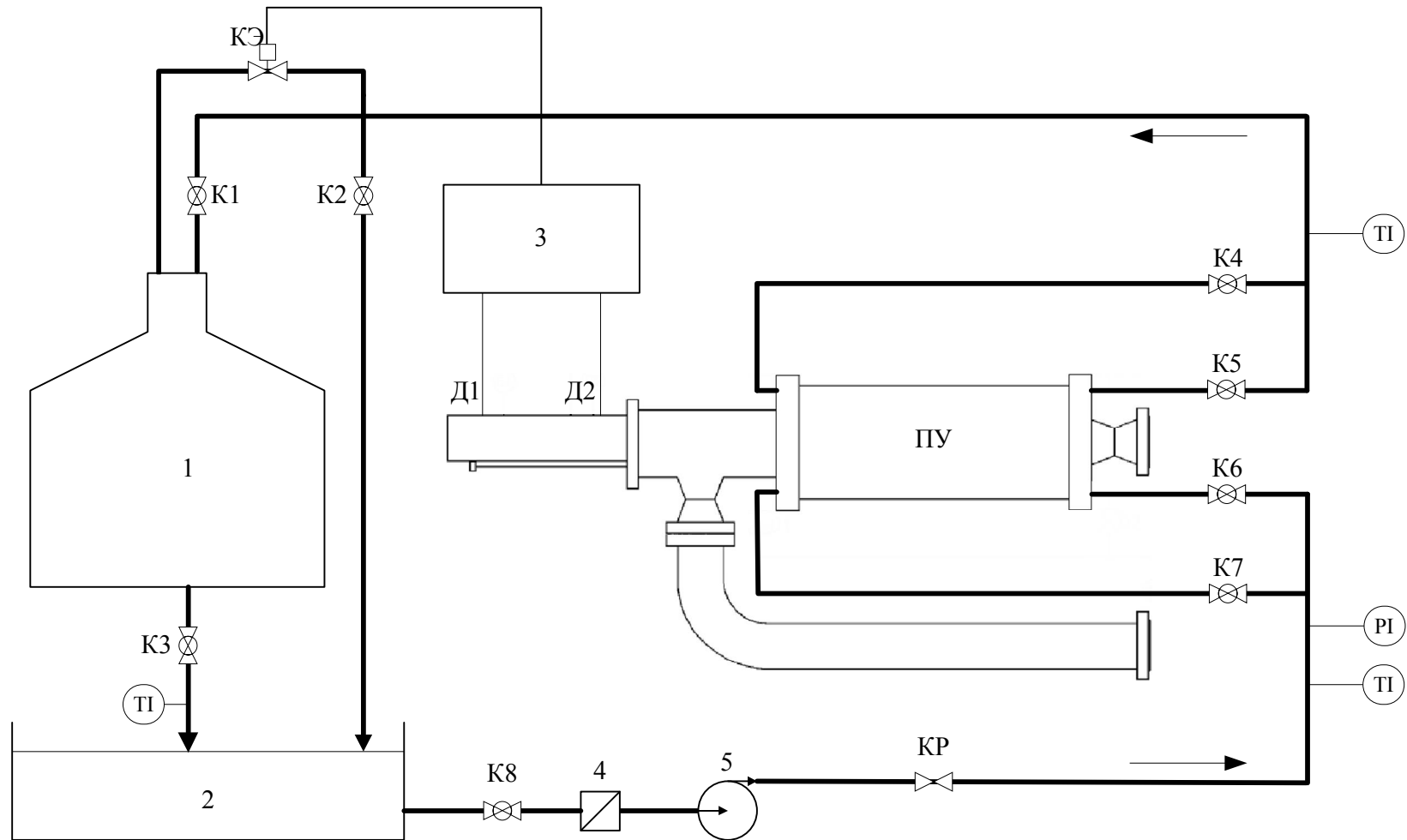


Рисунок А – Принципиальная схема соединений поверяемой ПУ и средств поверки

1 – мерник; 2 – емкость-хранилище; 3 – панель управления ПУ; 4 – фильтр; 5 – насос; Д1, Д2 – детекторы; К1 – К8 – запорная арматура; КР – кран регулирующий; КЭ – клапан электромагнитный; ПУ – поверочная установка; Т1 – термометры, Р1 – манометр.

Приложение Б
(справочное)

**Значения коэффициентов линейного, квадратичного и объемного расширений,
модулей упругости материала стенок ПУ и мерника**

Б.1 Коэффициенты линейного, квадратичного и объемного расширений, модули упругости материала стенок ПУ и мерника определяют по таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Значения коэффициентов линейного, квадратичного и объемного расширений, модулей упругости материала стенок ПУ и мерника

Материал	$\alpha_{\text{л}}, 1/^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{\text{к}}, 1/^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{\text{о}}, 1/^{\circ}\text{C}$	Е, МПа
Сталь углеродистая	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$2,23 \cdot 10^{-5}$	$3,35 \cdot 10^{-5}$	$2,068 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 304	$1,73 \cdot 10^{-5}$	$3,46 \cdot 10^{-5}$	$5,18 \cdot 10^{-5}$	$1,931 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 316	$1,58 \cdot 10^{-5}$	$3,19 \cdot 10^{-5}$	$4,77 \cdot 10^{-5}$	$1,931 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая РН 17-4 SS	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$2,16 \cdot 10^{-5}$	$3,24 \cdot 10^{-5}$	$1,965 \cdot 10^5$
П р и м е ч а н и е – Если в эксплуатационной документации на ПУ и мерник приведены конкретные значения $\alpha_{\text{л}}$, $\alpha_{\text{к}}$, $\alpha_{\text{о}}$ и Е, то для расчетов используют приведенные значения.				

Приложение В
(обязательное)

Методика анализа результатов измерений и выявления промахов

Для выявления промахов выполняют следующие операции:

Определяют СКО случайной составляющей погрешности ПУ $S'_{0ПУ}$, %, по формуле

$$S'_{0ПУ} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i} - V_0)^2}{n-1}}. \quad (B.1)$$

Для наименьшего и наибольшего значений из ряда V_{0i} вычисляют соотношение вида

$$U = \left| \frac{V_{0i}^{\min(\max)} - V_0}{S'_{0ПУ}} \right|. \quad (B.2)$$

Сравнивают вычисленное значение U с величиной « h », равной 2,139 при $n=7$.

Если $U \geq h$, то подозреваемый результат исключают из выборки как промах, в противном случае результат оставляют.

Приложение Г
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки ПУ

ПРОТОКОЛ № _____
поверки ПУ поверочной установкой на базе мерника

Тип ПУ: _____		Температура воздуха возле ПУ, °C _____
Заводской номер: _____	Принадлежит _____	Поверочный расход, м ³ /ч: Q_1 _____
Тип мерника: _____		Q_2 _____
Заводской номер: _____	Принадлежит _____	Поверочная жидкость _____

Место проведения поверки: _____

Таблица Г.1 – Исходные данные

ПУ						Мерника				Поверочной жидкости	
D , мм	S , мм	E , МПа	α_{κ} , 1/°C	$\alpha_{ин}$, 1/°C	$\Delta t_{ПУ}$, °C	V_{M0} , дм ³	$\alpha_{л(о)}$, 1/°C	Δt_M , °C	Θ_M , %	β , 1/°C	F , 1/МПа

Таблица Г.2 – Результаты измерений и вычислений при определении метрологических характеристик ПУ

№ измер.	Мерник				ПУ									
	V_i , дм ³	t_{Mi} , °C	ρ_{Mi} , кг/м ³	Ct_{sm_i}	$t_{ПVi}$, °C	t_{CTi} , °C	$P_{ПVi}$, МПа	$\rho_{ПVi}$, кг/м ³	Ct_{sp_i}	Cp_{sp_i}	$Cplp_i$	$Ctdw_i$	V_{0i} , дм ³	T_i , °C
1														
...														
7														

Таблица Г.3 – Результаты измерений и вычислений при проверке отсутствия протечек

№ измер.	Мерник				ПУ									
	V_i , дм ³	t_{Mi} , °C	ρ_{Mi} , кг/м ³	Ct_{sm_i}	$t_{ПVi}$, °C	t_{CTi} , °C	$P_{ПVi}$, МПа	$\rho_{ПVi}$, кг/м ³	Ct_{sp_i}	Cp_{sp_i}	$Cplp_i$	$Ctdw_i$	$V_0^{ном}$, дм ³	T_i , °C
1														
2														
3														

Приложение Г (продолжение)

Таблица Г.4 – Результаты поверки

[illegible]

Заключение: ПУ к дальнейшей эксплуатации _____
(пригодна, не пригодна)

Поверитель: _____

должность, организация подпись инициалы, фамилия

Дата поверки: "___" _____ 20___ г.