

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

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»



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

А.С. Тайбинский

«20» октября 2023 г.

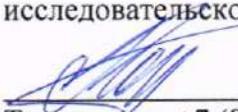
Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ СР-OGSB

Методика поверки

МП 1580-1-2023

Начальник научно-  
исследовательского отдела

 P.A. Корнеев  
Тел. отдела: +7 (843) 272-12-02

г. Казань  
2023 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на установки СР-OGSB (далее – установки).

Установки имеют две модификации СР-OGSB-ТПУ и СР-OGSB-ПУ.

Прослеживаемость установок к Государственному первичному эталону единицы объема жидкости в диапазоне от  $1,0 \cdot 10^{-9}$  м<sup>3</sup> до 1,0 м<sup>3</sup> ГЭТ 216-2018 и к Государственному первичному эталону единицы массы-килограмма ГЭТ 3-2020 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 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

В методике поверки реализован косвенный метод передачи единиц величин.

В результате поверки установки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики установок модификации СР-OGSB-ТПУ

Наименование характеристики	Значение
Диапазон объемного расхода жидкости <sup>1)</sup> , м <sup>3</sup> /ч	от 0,057 до 3000
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке, %	±0,05
<sup>1)</sup> конкретное значение указывается в эксплуатационных документах на установку	

Таблица 2 – Метрологические характеристики установок модификации СР-OGSB-ПУ

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (воспроизведения) массового и объемного расходов жидкости <sup>1)</sup> , т/ч (м <sup>3</sup> /ч)	от 0,057 до 2500
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке, %	±0,05
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости, %	±0,08
<sup>1)</sup> – конкретное значение указывается в эксплуатационных документах на установку	

## 2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при:	
		первой проверке	периодической проверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия, если не оговорено особо:

Измеряемая среда – жидкость (вода питьевая) с параметрами:

– температура, °C от +10 до +30

Окружающая среда – воздух с параметрами:

– температура, °C от +10 до +30

– атмосферное давление, кПа от 84 до 107

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

3.3 Отклонение значения объемного расхода при поверке установки от установленного значения не должно превышать по абсолютной величине 2,5 %.

3.4 Изменение температуры поверочной жидкости при поверке установки не должно превышать по абсолютной величине 0,2 °C за время прохождения поршня в измерительном (калиброванном) участке установки.

3.5 При проведении поверки установки должны быть предусмотрены меры, исключающие попадание воздуха в установку при наименьшем уровне поверочной жидкости в емкости-хранилище.

3.6 Средства измерений, применяемые для измерений условий окружающей среды и измеряемой среды, на момент поверки установки должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3.7 Средства измерений, 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.

3.8 Если срок периодической поверки средств измерений из состава установки наступает до срока периодической поверки установки, или появилась необходимость проведения внеочередной поверки средств измерений, то поверяется только это средство измерений, при этом внеочередную поверку установки не проводят.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

При проведении поверки специалисты должны соответствовать следующим требованиям:

- знать требования руководства по эксплуатации на установку и на применяемые средства поверки;
- знать требования данного документа.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Требования к условиям проведения поверки	Средство измерений температуры окружающей среды с диапазоном измерений температуры окружающей среды от 10 до 30 °C и пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры ±0,5 °C, диапазон измерений давления от 84 до 107 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления ±0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 622 (далее – прибор комбинированный), регистрационный № 53505-13
п. 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон 1-го разряда единицы объема жидкости в потоке согласно ГПС (часть 3), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, с пределами допускаемой относительной погрешности ±0,02 %	Мерники металлические OGS Baltia (далее – мерник), регистрационный № 80161-20
	Термометры ртутные стеклянные или термометры электронные показывающие, обеспечивающие измерения в диапазоне температуры поверочной жидкости от 10 °C до 30 °C и пределами допускаемой абсолютной погрешности ±0,2 °C	Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4 (далее – термометры), регистрационный № 303-91
	Секундомер механический или электронный класса точности 2	Секундомер механический однострелочный СО, (далее – секундомер), регистрационный № 83109-21

**Примечания:**

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

2 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

3 Допускается проводить поверку установки, используемой для измерений меньшего числа единиц величин (масса жидкости в потоке и/или массовый расход жидкости и/или объем жидкости в потоке и/или объемный расход жидкости) с уменьшением количества измеряемых 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 жидкости 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 установки должны соответствовать эксплуатационным документам;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих ее применению.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и маркировка установки соответствует эксплуатационным документам, на установке отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению, или отрицательным, если комплектность и маркировка установки не соответствуют эксплуатационным документам, на установке присутствуют внешние механические повреждения и/или дефекты, препятствующие ее применению, в целях защиты от несанкционированного вмешательства. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 При проведении поверки установки применяют метод измерений вместимости (объема) измерительного (калиброванного) участка установки, основанный на том, что поверочную жидкость, вытесняемую из установки при движении поршня по измерительному участку от одного оптического детектора положения поршня до другого, направляют в мерник и измеряют ее объем. При поверке установки определяют вместимость (объем) измерительного (калиброванного) участка установки, соответствующую положению установки относительно поверяемого (исследуемого) расходомера. Если расходомер смонтирован ниже установки по направлению движения потока жидкости, то определяемое значение вместимости (объем) обозначается Downstream, если расходомер смонтирован выше установки по направлению движения потока жидкости, то определяемое значение вместимости(объем) обозначается Upstream.

Проверяют действие и взаимодействие компонентов установки в соответствии с руководством по эксплуатации установки.

8.2 В зависимости от расположения поверяемого преобразователя расхода относительно установки (до или после установки) допускается определять только одно значение вместимости измерительного (калиброванного) участка установки,

8.3 Перед проведением поверки установки, которая находилась в эксплуатации, проверяют степень очистки ее внутренней поверхности. Чистоту внутренней поверхности установки после промывки считают удовлетворительной, если в пробе воды, отобранный из установки в стеклянный сосуд, отсутствуют следы нефти, нефтепродуктов, жидких углеводородов и т. д.

8.4 Выполняют монтаж технологической схемы для поверки установки в соответствии со схемой А или схемой Б, представленным в Приложении А, в зависимости от исполнения мерника. Допускается вносить изменения в технологическую схему с учетом особенностей подключения средств поверки. Монтаж проводят в строгом соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации установки, средства поверки и вспомогательное оборудование.

8.5 Для подключения установки к технологической схеме используют два шаровых крана установки.

8.6 Входной и выходной фланцы установки должны быть перекрыты запорной арматурой, снабженной средствами контроля ее герметичности, либо заглушены путем монтажа заглушки (глухих фланцев).

8.7 При проведении поверки установки тарельчатый клапан поршня установки должен быть закрыт.

8.8 Выполняют подготовку установки в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации установки.

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

8.10 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, грязи и т. п. 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.

8.11 Проверяют работоспособность запорной и регулирующей арматуры.

8.12 Заполнение установки и технологической схемы поверки поверочной жидкостью.

При открытых кранах К1, К3 – К8 (при применении схемы А) и дополнительно К9 (при применении схемы Б) и закрытом кране К2 включают насос.

Установка начинает заполняться водой. При этом воздух, содержащийся в установке и технологической схеме, выходит через кран К1 (при применении схемы А) или через кран К3 и горловину мерника (при применении схемы Б). Поршень установки начинает перемещаться до достижения конечного положения в конце измерительного (калиброванного) участка.

Открывают краны К4 и К6 и закрывают краны К5 и К7. Поршень установки начинает перемещаться до достижения верхнего положения поршня в установке.

8.13 Выполняют стабилизацию температуры поверочной жидкости.

Открывают краны К5, К7 и закрывают краны К4, К6. Закрывают кран К3, чтобы заполнить поверочной жидкостью мерник. Когда мерник заполниться, 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.

При применении схемы Б кран К3 периодически приоткрывают, а затем прикрывают, обеспечивая циркуляцию воды в мернике.

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 °C.

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

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

8.14 Опробование установки при определении объема(вместимости) установки в положении Downstream

Переключатель S2 на панели управления установки устанавливают в нижнее положение (в положение «Downstream»).

Открывают краны K5, K7 и закрывают краны K4, K6 (при открытом кране K1 при применении схемы А и K9 дополнительно при применении схемы Б). Переключатель S1 переводят в положение «Return».

Переключатель S1 переводят в положение «Run».

Открывается электромагнитный клапан КЭ и поршень установки начинает перемещаться от верхнего положения к нижнему положению поршня в установке.

При приближении флагка поршня установки к детектору D1 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 установки.

При входжении флагка поршня установки в зону срабатывания детектора D1 электромагнитный клапан КЭ закрывается.

При применении схемы Б закрывают кран K9.

Открывают кран K3 и опорожняют мерник.

По истечении 1 минуты закрывают кран K3.

Переключатель S1 переводят в положение «Run». Открывается электромагнитный клапан КЭ

При применении схемы Б открывают кран K9.

Начинается заполнения мерника поверочной жидкостью. Открывают кран K1 (при необходимости уменьшения времени заполнения мерника). Одновременно запускают секундомер для измерения времени перемещения поршня от детектора D1 до детектора D2.

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

При приближении флагка поршня установки к детектору D2 закрывают кран K1. При входжении флагка поршня установки в зону детектора D2 электромагнитный клапан КЭ закрывается, после чего останавливают секундомер.

При применении схемы Б закрывают кран K9.

**Через 30 с 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.

При применении схемы А 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 которой она втекает в мерник.

При применении схемы Б закрывают кран K3, открывают кран K1, K9 и восполняют слитую из мерника поверочную жидкость. Когда мерник заполнится, приоткрывают кран K3 так, чтобы уровень поверочной жидкости поддерживался на отметке номинальной вместимости мерника или около нее. Периодически приоткрывают, а затем прикрывают кран K3, обеспечивая циркуляцию воды в мернике.

Определяют расход поверочной жидкости  $Q$ , м<sup>3</sup>/ч, при перемещении поршня установки от детектора Д1 до детектора Д2 по формуле

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

где  $V_0^{pp}$  – вместимость измерительного (калиброванного) участка установки при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа при соответствующем положении установки относительно СИ (Downstream, Upstream), определенная по результатам предыдущей поверки (из свидетельства о предыдущей поверке), дм<sup>3</sup>;

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

Примечания:

1. При первичной поверке установки в формуле (1) вместо  $V_0^{pp}$  используют значение номинальной вместимости (объема) измерительного (калиброванного) участка установки при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа из эксплуатационной документации на установку.

2. Допускается определять расход с помощью расходомера с пределами допускаемой погрешности ±5,0 %. В этом случае секундомер не применяют.

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

Значение расхода  $Q_1$  определяется производительностью применяемого при поверке установки насоса. Значение расхода  $Q_1$  должно обеспечивать равномерное движение поршня по измерительному (калиброванному) участку установки и исключать разбрызгивание поверочной жидкости при наполнении мерника с верхним наполнением.

#### 8.15 Опробование установки при определении объема (вместимости) установки в положении Upstream

Переключатель S2 на панели управления установки устанавливают в верхнее положение (в положение «Upstream»).

Открывают краны К5 и К7 и закрывают краны К4 и К6 (при открытом кране К1 при применении схемы А и К9 дополнительно при применении схемы Б) для перемещения поршня установки в нижнее положение поршня..

При достижении поршнем конечного положения в конце измерительного (калиброванного) участка закрывают краны К1 и К3.

Открывают краны К4, К6 и закрывают краны К5, К7.

Переключатель S1 переводят в положение «Run».

Открывается электромагнитный клапан КЭ и поршень установки начинает перемещаться от нижнего положения поршня к верхнему положению поршня установки.

При применении схемы А 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 мерника или около нее.

При применении схемы Б приоткрывают кран К3 так, чтобы уровень поверочной жидкости поддерживался на отметке номинальной вместимости или около нее.

При выходе флагжа поршня установки из зоны срабатывания детектора Д2 электромагнитный клапан КЭ закрывается.

При применении схемы Б закрывают кран К9.

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

Открывают кран К3 и опорожняют мерник.

По истечении 1 мин закрывают кран К3.

Переключатель S1 переводят в положение «Run». Открывается электромагнитный клапан КЭ.

При применении схемы Б открывают кран К9.

Начинается заполнения мерника поверочной жидкостью. Открывают кран K1 (при необходимости уменьшения времени заполнения мерника). Одновременно запускают секундомер для измерения времени перемещения поршня от детектора D2 до детектора D1.

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

При приближении флагка поршня установки к детектору D1 закрывают кран K1. При выходе флагка поршня установки из зоны детектора D1 электромагнитный клапан КЭ закрывается, после чего останавливают секундомер.

При применении схемы Б закрывают К9.

**Через 30 с после заполнения мерника определяют объем поверочной жидкости в нем по шкале на горловине и снимают показания с датчика(ов) температуры (термометров), установленных в мернике.**

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

При применении схемы А 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.

При применении схемы Б закрывают кран K3, открывают кран K1, K9 и восполняют слитую из мерника поверочную жидкость. Когда мерник заполнится, приоткрывают кран K3 так, чтобы уровень поверочной жидкости поддерживался на отметке номинальной вместимости мерника или около нее. Периодически приоткрывают, а затем прикрывают кран K3, обеспечивая циркуляцию воды в мернике.

Определяют расход поверочной жидкости при перемещении поршня установки от детектора D2 до детектора D1 по формуле (1).

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

Примечание. Фактическое обозначение кранов, переключателей и управление установки и последовательность действий при определении вместимости может отличаться от приведенного выше

## **9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

### **9.1 Определение вместимости (объема) измерительного (калиброванного) участка установки при температуре 20 °С и давлении 0 МПа**

9.1.1 Определение вместимости измерительного (калиброванного) участка установки при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа при i-м измерении  $V_{0i}$ . Выполняют семь измерений ( $n=7$ ) по 8.14 или 8.15 (в зависимости от используемого положения установки относительно поверяемого (градуируемого) СИ при эксплуатации установки на расходе поверочной жидкости  $Q_1$ ).

Определяют вместимость измерительного (калиброванного) участка установки при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа при i-м измерении  $V_{0i}$ , м<sup>3</sup>, по формуле

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

где  $V_i$  – объём поверочной жидкости в мернике при  $i$ -м измерении,  $\text{дм}^3$ ;

$Ctsm_i$  – 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 установке при  $i$ -м измерении;

$Cpsp_i$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние давления поверочной жидкости на вместимость(объем) измерительного (калиброванного) участка установки при  $i$ -м измерении;

$Ctsp_i$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры стенок установки и инваровых стержней (планки детекторов) оптических детекторов положения поршня установки на вместимость (объем) измерительного (калиброванного) участка установки при  $i$ -м измерении;

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

Значение  $Ctsm_i$  определяют по формуле

$$Ctsm_i = 1 + 3 \times \alpha_s \times (t_{Mi} - 20) = 1 + \alpha_o \times (t_{Mi} - 20), \quad (3)$$

где  $\alpha_s, \alpha_o$  – коэффициенты линейного и объемного расширения материала стенок мерника, соответственно,  $1/\text{°C}$  (определяют по таблице Б.1 приложения Б или из эксплуатационной документации установки);

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

Значение  $Cplp_i$  определяют по формуле

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

где  $P_{pyi}$  – избыточное давление поверочной жидкости на входе установки при  $i$ -м измерении, МПа;

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

Значение  $Cpsp_i$  определяют по формуле

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

где  $D$  – внутренний диаметр измерительного (калиброванного) участка установки, мм (определяют в соответствии с эксплуатационными документами на установку);

$E$  – модуль упругости материала стенок установки, МПа (определяют по таблице Б.1 приложения Б или определяют в соответствии с эксплуатационными документами на установку);

$S$  – толщина стенок измерительного (калиброванного) участка установки, мм (определяют в соответствии с эксплуатационными документами на установку).

Значение  $Ctsp_i$  определяют по формуле

$$Ctsp_i = (1 + \alpha_s \cdot (t_{pyi} - 20)) \cdot (1 + \alpha_o \cdot (t_{oi} - 20)) \quad (6)$$

где  $\alpha_k$  – квадратичный коэффициент расширения материала стенок установки,  $1/^\circ\text{C}$  (определяют по таблице Б.1 приложения Б или определяют в соответствии с эксплуатационными документами на установку);

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

$$t_{pyi} = \frac{t_{axi} + t_{vaxi}}{2}, \quad (7)$$

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

$\alpha_o$  – коэффициент линейного расширения инваровых стержней (планки детекторов) оптических детекторов положения поршня,  $1/^\circ\text{C}$  (принимают равным  $1,44 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$  или определяют в соответствии с эксплуатационными документами на установку)

$t_{oi}$  – температура окружающего воздуха возле оптических детекторов положения поршня,  $^\circ\text{C}$ .

Значение  $Ctdw_i$  определяют по формуле

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

где  $\rho_{Mi}, \rho_{pyi}$  – значения плотности поверочной жидкости в мернике и установки при  $i$ -м измерении, соответственно,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ; для воды определяют для значений температуры  $t_{Mi}$  и  $t_{pyi}$  по формуле

$$\begin{aligned} \rho_i = 999,8395639 + 0,06798299989 \times t_i - 0,009106025564 \times t_i^2 + 0,0001005272999 \times t_i^3 - \\ - 0,000001126713526 \times t_i^4 + 0,00000006591795606 \times t_i^5. \end{aligned} \quad (9)$$

9.1.2 Определяют вместимость измерительного (калиброванного) участка установки при температуре  $20^\circ\text{C}$  и избыточном давлении  $0 \text{ МПа}$   $V_0$ ,  $\text{дм}^3$ , по формуле

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

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

## 9.2 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости).

9.2.1 Определяют среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности установки  $S_{0py}$ , %, по формуле

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

Проверяют выполнение условия

$$S_{0py} \leq 0,015 \%. \quad (12)$$

В случае невыполнения условия (12) выявляют и устраниют 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 установки по (11) и проверку выполнения условия (12). При повторном невыполнении условия (12) поверку прекращают.

При выполнении условия (12) поверку продолжают.

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

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

где  $\Theta_M$  – пределы допускаемой основной относительной погрешности мерника или неисключенная систематическая погрешность поверочной установки с мерником, %;

$\Theta_t$  – граница составляющей систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры, %, вычисляемая по формуле

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

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

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

9.2.3 Определяют границы случайной составляющей погрешности определения среднего значения вместимости установки  $\Theta_{V0}$ , %, по формуле

$$\Theta_{V0} = t''_{0,99} \times \frac{S_{0py}}{\sqrt{n}}, \quad (15)$$

где  $t''_{0,99}$  – квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99 и числе измерений  $n$  (при  $n=7$  принимают равной 3,707).

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

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

9.2.5 Определяют СКО суммы неисключенных систематических и случайных погрешностей,  $S_{\Sigma}$ , %, вычисляют по формуле

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

9.2.6 Определяют коэффициент для нахождения доверительных границ суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей ( $t_{\Sigma}$ ) по формуле

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

9.2.7 Определяют относительную погрешность при измерении объема (вместимости) установки  $\delta_0$ , %, по формуле

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

Проверяют выполнение условия

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

Результаты поверки установки при измерении объема(вместимости) установки являются положительными, если выполняется условие (20).

### 9.3 Проверка отсутствия протечек

9.3.1 Регулирующим краном КР устанавливают значение объемного расхода поверочной жидкости  $Q_2$ , м<sup>3</sup>/ч, выбранное для проверки отсутствия протечек. Значение расхода  $Q_2$  выбирают таким, чтобы оно было примерно в два раза меньше значения расхода  $Q_1$ , при котором определялась вместимость измерительного (калиброванного) участка установки.

9.3.2 Определяют вместимость измерительного (калиброванного) участка установки при движении поршня «по направлению потока» и/или «против потока» при температуре 20 °C и избыточном давлении 0 МПа  $V_0^{nprom}$ , дм<sup>3</sup>, при i-м измерении по формулам (2) – (10). Выполняют три измерения ( $n=3$ ) по 8.14 или 8.15 (в зависимости от используемого положения установки относительно проверяемого (градуируемого) СИ при эксплуатации установки на расходе поверочной жидкости  $Q_2$ .

9.3.3 Определяют вместимость измерительного (калиброванного) участка установки при температуре 20 °C и избыточном давлении 0 МПа  $V_0^{nprom}$ , дм<sup>3</sup>, при проверке отсутствия протечек по формуле:

$$V_0^{nprom} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}^{nprom}}{n}, \quad (21)$$

9.3.4 Определяют относительное отклонение вместимости измерительного (калиброванного) участка установки  $V_0^{nprom}$  от значения, полученного при определении метрологических характеристик установки,  $\delta_V$ , %, по формуле:

$$\delta_V = \frac{V_0^{nprom} - V_0}{V_0} \cdot 100. \quad (22)$$

9.3.5 Проверяют выполнение следующего условия:

$$|\delta_V| \leq 0,018 %. \quad (23)$$

При невыполнении условия (23) проводят анализ результатов измерений.

Если  $\delta_V > 0$  и  $|\delta_V| > 0,018 %$ , то это свидетельствует о наличии протечек поверочной жидкости в установке 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.

#### **9.4 Определение относительного отклонения вместимости измерительного (калиброванного) участка установки от значения, полученного при предыдущей поверке**

Относительное отклонение вместимости (объема) измерительного (калиброванного) участка установки от значения вместимости, полученного при предыдущей поверке  $\delta_{00}$ , %, определяют по формуле:

$$\delta_{00} = \frac{V_0 - V_0^{PP}}{V_0^{PP}} \cdot 100, \quad (24)$$

где  $V_0^{PP}$  – значение вместимости измерительного (калиброванного) участка установки, определенное по результатам предыдущей поверки установки,  $\text{dm}^3$ .

Примечание – При первичной поверке или после ремонта установки  $\delta_{00}$ , %, не определяют.

Проверяют выполнение следующего условия:

$$|\delta_{00}| \leq 0,05 \%. \quad (25)$$

При невыполнении условия (25) анализируют полученные результаты, устраниют причины их возникновения и проводят повторную поверку установки.

#### **9.5 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки (только для модификации СР-OGSB-ПУ) при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости**

9.5.1 Проверяют наличие сведений о положительных результатах поверки СИ (измерительных компонентов), фактически установленных на ПУ из перечня СИ, приведенных в паспорте ПУ, в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ), наличие действующих знаков поверки, нанесенных на СИ (измерительные компоненты), если предусмотрено нанесение знаков поверки, наличие действующих свидетельств о поверке, если предусмотрено оформление свидетельств о поверке на бумажном носителе, и (или) записей в паспортах (формулярах), заверенных подписью поверителя и знаком поверки.

9.5.2 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке

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

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

$$\delta_\Sigma(V) = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2}, \quad (26)$$

где  $\delta_0$  – относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °С и давлении 0 МПа;

$\delta_{\text{ЧК}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности комплекса измерительно-вычислительного при измерении количества импульсов, %.

Результат считают положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке не превышает значения, указанные в таблице 1 и 2, или отрицательными, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости в потоке превышает значение, указанные в таблице 1 и 2. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9.5.3 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 единицы) объемного расхода жидкости.

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2 + \delta_{\text{ВК}}^2}, \quad (27)$$

где  $\delta_0$  – относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) ТПУ при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °С и давлении 0 МПа;

$\delta_{\text{ЧК}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности комплекса измерительно-вычислительного при измерении количества импульсов, %;

$\delta_{\text{ВК}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности комплекса измерительно-вычислительного при измерении частоты импульсного сигнала, %.

Результат считается положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости не превышает значения, указанные в таблице 2 или отрицательными, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объемного расхода жидкости превышает значения, указанные в таблице 2. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9.5.4 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) массы жидкости в потоке

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

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

$$\delta_{\Sigma}(M) = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2 + \delta_{\Pi}^2}, \quad (28)$$

где  $\delta_0$  – относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) ТПУ при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °C и давлении 0 МПа;

$\delta_{\text{ЧК}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности комплекса измерительно-вычислительного при измерении количества импульсов, %.

$\delta_{\Pi}$  – относительная погрешность, %, средства измерений плотности жидкости, входящего в состав установки, определяют по формуле (29).

Относительную погрешность средства измерений плотности жидкости,  $\delta_{\Pi}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\Pi} = \frac{\Delta_{\Pi}}{\rho_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (29)$$

где  $\Delta_{\Pi}$  – абсолютная погрешность средства измерений плотности жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{изм}}$  – наименьшее измеренное значение плотности жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Результат считают положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке не превышает значения, указанные в таблице 2, или отрицательными, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) массы жидкости в потоке превышает значения, указанные в таблице 2. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9.5.5 Определение относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости

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

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

$$\delta_{\Sigma}(Q_M) = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta_{\text{ЧК}}^2 + \delta_{\Pi}^2 + \delta_{\text{ВК}}^2}, \quad (30)$$

где  $\delta_0$  – относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) ТПУ при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке при температуре 20 °C и давлении 0 МПа;

$\delta_{\text{ЧК}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности комплекса измерительно-вычислительного при измерении количества импульсов, %.

$\delta_{\Pi}$  – относительная погрешность, %, средства измерений плотности жидкости, входящего в состав установки, определяют по формуле (29);

$\delta_{\text{ВК}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности комплекса измерительно-вычислительного при измерении частоты импульсного сигнала, %.

Результат считают положительным, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода не превышает значения, указанные в таблице 2, или отрицательными, если относительная погрешность (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) массового расхода жидкости превышает значения, указанные в таблице 2. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

9.5.6 При положительных результатах поверки установка соответствует рабочему эталону 1 разряда единиц массы жидкости в потоке и/или объема жидкости в потоке, и/или массового расхода жидкости и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки (рекомендуемая форма указана в Приложении Г и Приложении Д). При оформлении протокола поверки установки средствами вычислительной техники или вручную допускается форму протокола поверки представлять в измененном виде.

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 в области обеспечения единства измерений.

При оформлении протокола поверки:

- значения температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) – до первого знака после запятой, давления (МПа) – до второго, объема поверочной жидкости в мернике ( $\text{дм}^3$ ) – до третьего знака после запятой;
- значения поправочных коэффициентов вносят в протокол поверки округленными до шестого знака после запятой;
- значения плотности поверочной жидкости ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) вносят в протокол поверки округленными до второго знака после запятой;
- значения вместимости измерительного (калиброванного) участка установки ( $\text{дм}^3$ ) вносят в протокол поверки округленными до третьего знака после запятой;
- значения погрешностей (%) и СКО случайной составляющей погрешности (%) вносят в протокол поверки округленными до третьего знака после запятой

10.2 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 в области обеспечения единства измерений, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии) и на пломбу, установленную на контролочную проволоку, пропущенную через отверстие винта, предотвращающего возможность снятия с установки кожуха блока оптических детекторов положения поршня.

На обратной стороне свидетельства о поверке указывают:

- пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единицы) объема жидкости (вместимости) в потоке;
- пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости;
- рабочий диапазон расхода установки,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

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

- вместимость измерительного (калиброванного) участка установки (Downstream и/или Upstream)  $V_0$ , дм<sup>3</sup>;
- СКО случайной составляющей погрешности установки  $S_{0ПУ}$ , %;
- границы случайной составляющей погрешности определения среднего значения вместимости установки  $\Theta_{V0}$ , %;
- границы суммарной систематической составляющей погрешности установки  $\Theta_{\Sigma0}$ , %;
- фактическое значение относительной погрешности измерения объема (вместимости) установки  $\delta_0$ , %.

Примечание – За нижнее значение рабочего диапазона расхода принимают значение, при котором проведена проверка отсутствия протечек, за верхнее значение - значение, указанное в описании типа или паспорте (м<sup>3</sup>/ч)

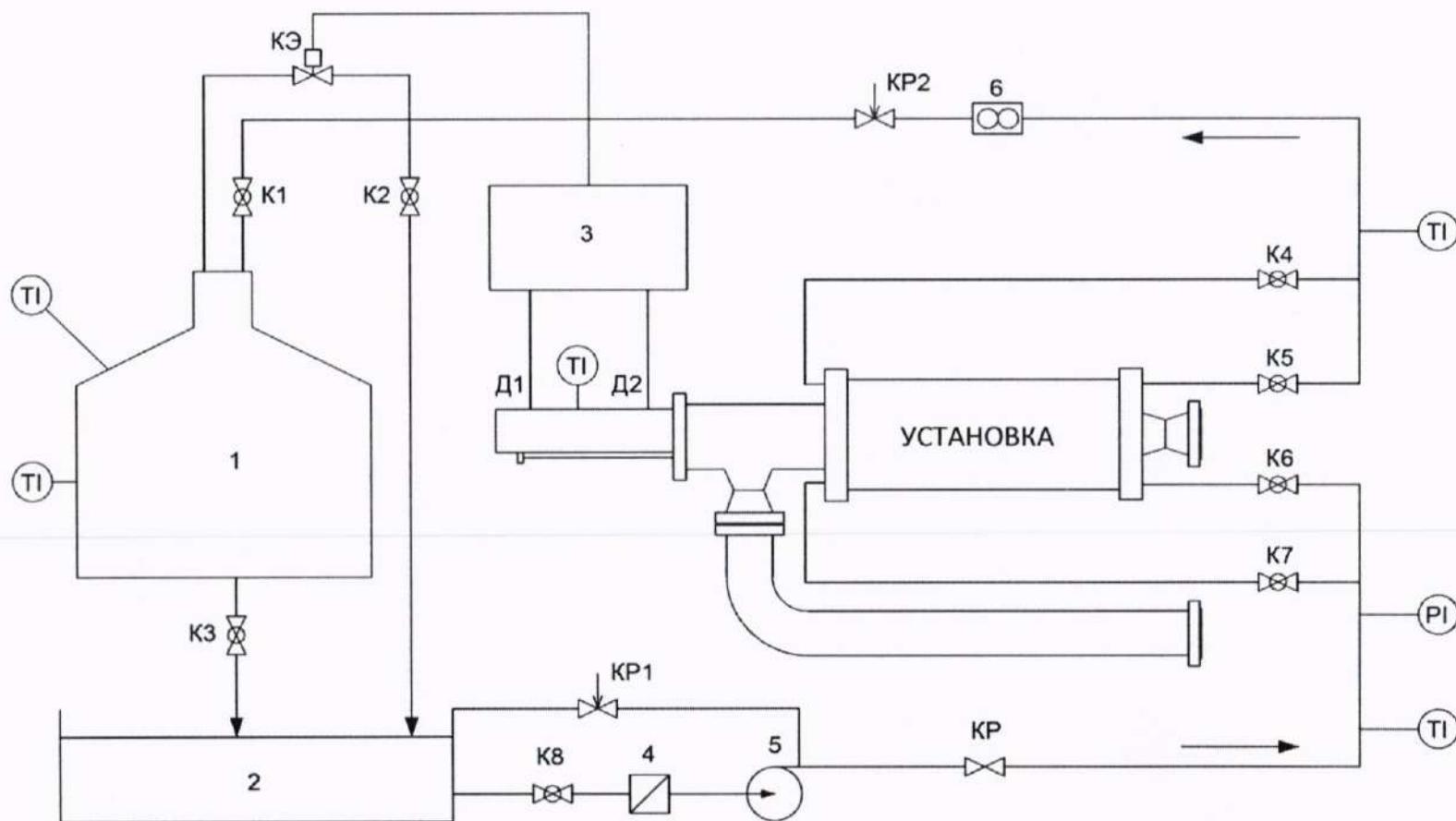
В протоколе поверки установки модификации ПУ приводят перечень измерительных компонентов с указанием их заводских и регистрационных номеров.

В случае периодической или внеочередной поверки СИ (измерительного компонента) или замены СИ (измерительного компонента) из состава установки на аналогичное, приложенное свидетельство о поверке СИ (измерительного компонента) заменяют на новое свидетельство о поверке СИ (измерительного компонента).

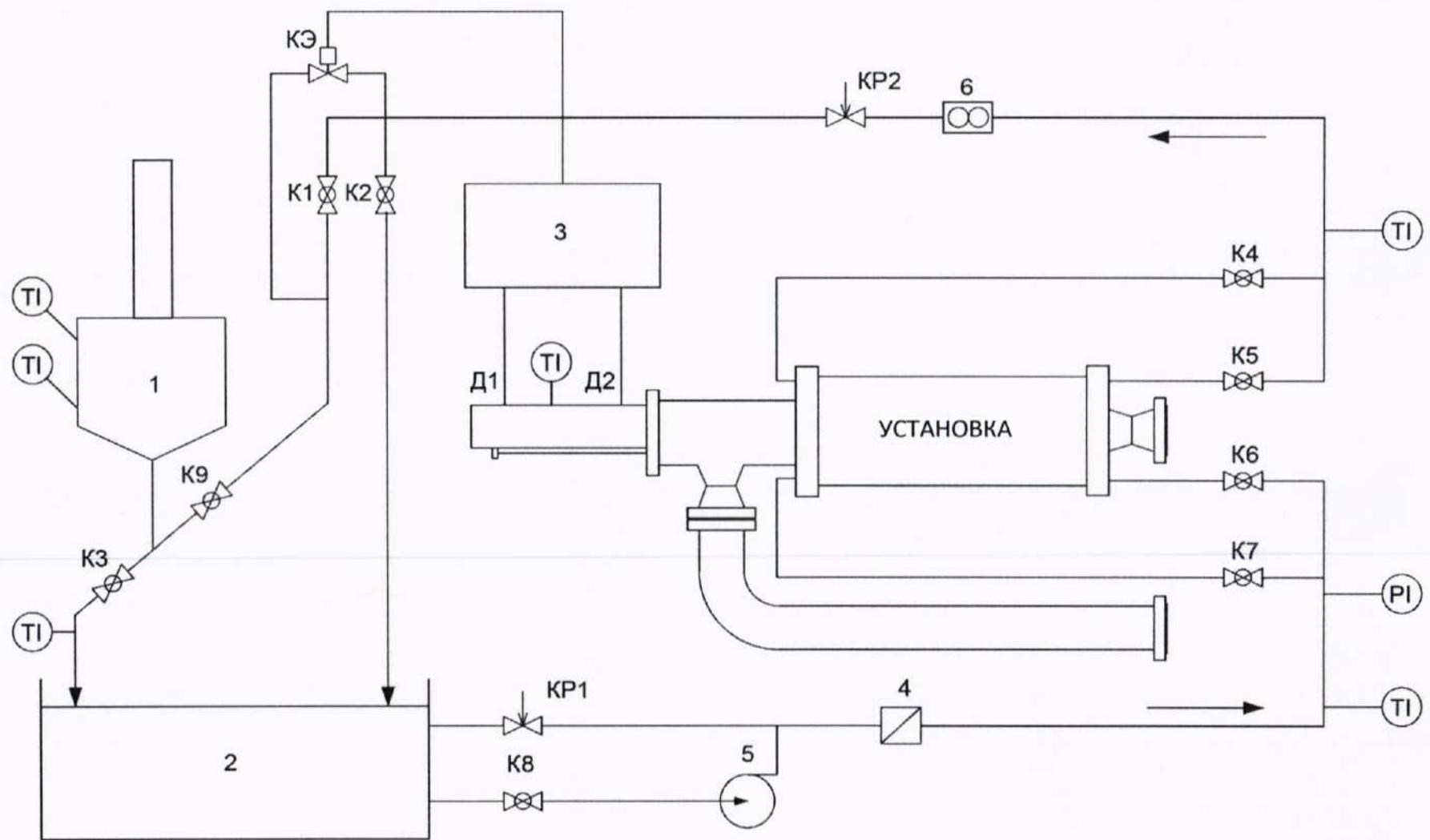
10.3 При отрицательных результатах поверки установку к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

Приложение А  
(рекомендуемое)

**Принципиальная схема соединений поверяемой установки и средств поверки при измерении вместимости**



**Схема А – Принципиальная схема соединений поверяемой установки и средств поверки с применением мерника с верхним заполнением**  
 1 – мерник; 2 – емкость-хранилище; 3 – панель управления установки; 4 – фильтр; 5 – насос; 6 – расходомер; Д1, Д2 – детекторы; К1 – К8 – запорная арматура; КР – кран регулирующий; КЭ – клапан электромагнитный; УСТАНОВКА – поверочная установка; Т1 – термометр; Р1 – манометр



**Схема Б – Принципиальная схема соединений поверяемой установки и средств поверки с применением мерника с нижним заполнением**  
 1 – мерник; 2 – емкость-хранилище; 3 – панель управления установки; 4 – фильтр; 5 – насос; 6 – расходомер; Д1, Д2 – детекторы; К1 – К9 – запорная арматура; КР – кран регулирующий; КЭ – клапан электромагнитный; УСТАНОВКА – поверочная установка; ТП – термометр; РИ – манометр

Приложение Б  
(справочное)

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

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

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

Материал	$\alpha_l$ , 1/°C	$\alpha_k$ , 1/°C	$\alpha_o$ , 1/°C	E, 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 PH 17-4 SS	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$2,16 \cdot 10^{-5}$	$3,24 \cdot 10^{-5}$	$1,965 \cdot 10^5$

Примечание – Если в эксплуатационной документации на установки и мерник приведены конкретные значения  $\alpha_l$ ,  $\alpha_k$ ,  $\alpha_o$  и E, то для расчетов используют приведенные значения.

## Приложение В (обязательное)

### Методика анализа результатов измерений и выявления промахов

Для выявления промахов выполняют операции, указанные ниже.

Определяют СКО случайной составляющей погрешности установки  $S'_{0ПУ}$ , дм<sup>3</sup>, 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 измерений исключают из выборки как промах, в противном случае результат измерений оставляют.

Приложение Г  
(рекомендуемое)

**Форма протокола поверки установки при измерении вместимости**

**П Р О Т О К О Л № \_\_\_\_\_**

Модификация: \_\_\_\_\_

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Тип мерника: \_\_\_\_\_

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Принадлежит: \_\_\_\_\_

Принадлежит: \_\_\_\_\_

Условия окружающей среды:

Поверочный расход, м<sup>3</sup>/ч:  $Q_1$  \_\_\_\_\_

$Q_2$  \_\_\_\_\_

Поверочная жидкость: \_\_\_\_\_

Место проведения поверки: \_\_\_\_\_

Таблица В.1 – Исходные данные

Установка СР-OGSB						Мерник				Поверочная жидкость	
$D$ , мм	$S$ , мм	$E$ , МПа	$\alpha_k$ , 1/°C	$\alpha_d$ , 1/°C	$\Delta t_{py}$ , °C	$V_{M0}$ , дм <sup>3</sup>	$\alpha_{\lambda(o)}$ , 1/°C	$\Delta t_M$ , °C	$\Theta_M$ , %	$\beta$ , 1/°C	$F$ , 1/МПа

Таблица В.2 – Результаты измерений и вычислений при определении метрологических характеристик установки

№ измер.	Мерник					Установка СР-OGSB								
	$V_i$ , дм <sup>3</sup>	$t_{Mi}$ , °C	$\rho_{Mi}$ , кг/м <sup>3</sup>	$Ctsm_i$	$t_{pyi}$ , °C	$t_{oi}$ , °C	$P_{pyi}$ , МПа	$\rho_{pyi}$ , кг/м <sup>3</sup>	$Ctsp_i$	$Cpsp_i$	$Cplp_i$	$Ctdw_i$	$V_{0i}$ , дм <sup>3</sup>	$T_i$ , с
1														
...														
7														

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

№ измер.	Мерник					Установка СР-OGSB								$T_i$ , с
	$V_i$ , дм <sup>3</sup>	$t_{Mi}$ , °C	$\rho_{Mi}$ , кг/м <sup>3</sup>	$Ctsm_i$	$t_{pyi}$ , °C	$t_{oi}$ , °C	$P_{pyi}$ , МПа	$\rho_{pyi}$ , кг/м <sup>3</sup>	$Ctsp_i$	$Cpsp_i$	$Cplp_i$	$Ctdw_i$	$V_{0i}^{проверка}$ , дм <sup>3</sup>	
1														
2														
3														

Приложение В  
(продолжение)

Таблица В.4 – Результаты поверки

$V_0$ , дм <sup>3</sup>	$S_{0PV}$ , %	$\Theta_{\Sigma 0}$ , %	$\Theta_{V0}$ , %	$\Theta_t$ , %	$S_{\Theta_{\Sigma 0}}$ , %	$S_{\Sigma}$ , %	$t_{\Sigma}$	$\delta_0$ , %	$V_0^{prom}$ , дм <sup>3</sup>	$\delta_V$ , %	$V_0^{PT}$ , дм <sup>3</sup>	$\delta_{00}$ , %	$\delta_{\Sigma}(V)$ , %	$\delta_{\Sigma}(M)$ , %	$\delta_{\Sigma}(Q_M)$ , %	$\delta_{\Sigma}(Q_V)$ , %

Заключение: установка к дальнейшей эксплуатации \_\_\_\_\_  
(пригодна, не пригодна)

Поверитель: \_\_\_\_\_  
должность, организация \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия \_\_\_\_\_

Дата поверки: «\_\_\_» 20 \_\_\_ г.

**Приложение Д**  
**(рекомендуемое)**  
**Форма протокола**

проверки установки модификации ПУ при измерении (воспроизведении единиц) массы и объема  
жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_**

Модификация: \_\_\_\_\_

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Место проведения поверки: \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

1 Внешний осмотр: \_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует)

2 Опробование: \_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует)

3 Определение метрологических характеристик средства измерений: \_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует)

4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям \_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует)

Таблица – Перечень СИ (измерительных компонентов)

Наименование	Заводской номер*	Регистрационный номер	Наличие сведений о поверке в ФИФОЕИ (Да/Нет)

\* Допускается замена СИ на аналогичное СИ утвержденного типа из перечня СИ в описании ПУ без переоформления настоящего протокола поверки ПУ и с предоставлением сведений о положительных результатах поверки замененного СИ.

Значение относительной погрешности измерений  
объема в потоке и объемного расхода: \_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует)

Значение относительной погрешности измерений  
Массы в потоке и массового расхода : \_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует)

Подпись лица, проводившего поверку \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

Дата проведения поверки « \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.