

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора  
по развитию ФГУП «ВНИИР»

А.С. Тайбинский

16 мая 2016 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКА ТРУБОПОРШНЕВАЯ ПОВЕРОЧНАЯ ДВУНАПРАВЛЕННАЯ  
SMITH METER 1190

Методика поверки

МП 0394-14-2016

и р. 65031-16

Начальник НИО-14 ФГУП «ВНИИР»

 Р.Н. Груздев

Тел.: (843) 299-72-00

г. Казань  
2016

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Груздев Р.Н., Черепанов М.В.

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящий документ распространяется на установку трубопоршневую поверочную двунаправленную Smith Meter 1190 (далее – ТПУ), заводской номер 1341, предназначенную для воспроизведения, передачи и хранения единицы объемного расхода (объема) нефти при поверке и контроле метрологических характеристик преобразователей объемного расхода, входящих в состав системы измерений количества и показателей качества нефти № 560, при их эксплуатации и после ремонта, и устанавливает объем, порядок и методику проведения первичной и периодической поверок ТПУ.

Интервал между поверками ТПУ – 24 месяца.

### 1. Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке
Проверка комплектности технической документации	5
Внешний осмотр	6.1
Опробование	6.2
Определение метрологических характеристик	6.3
Оформление результатов поверки	7

### 2. Средства поверки

2.1 Мерник металлический эталонный 1-го разряда «J» номинальной вместимостью 945 дм<sup>3</sup>, пределы допускаемой основной относительной погрешности  $\pm 0,02\%$ .

2.2 Преобразователи температуры с пределами допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,2\text{ }^\circ\text{C}$ . Допускается применять термометры с местным отсчетом показаний с ценой деления шкалы 0,1  $^\circ\text{C}$  и пределами допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,2\text{ }^\circ\text{C}$ .

2.3 Преобразователи давления с пределами допускаемой приведенной погрешности  $\pm 0,5\%$ . Допускается применять манометры класса точности 0,6.

2.4 Устройство обработки информации принимающее, обрабатывающее, индицирующее результаты измерений первичных измерительных преобразователей (преобразователей давления, датчиков температуры), применяемых в качестве средств поверки с пределами допускаемой относительной погрешности преобразования входных аналоговых измерительных сигналов  $\pm 0,025\%$ .

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

2.6 Цилиндр мерный лабораторный стеклянный I-го класса точности по ГОСТ 1770 -74 «Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия» номинальной вместимостью 1000 см<sup>3</sup>.

2.7 Средства поверки должны быть утвержденного типа, иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

2.8 Допускается применять другие аналогичные по назначению средства поверки утвержденных типов с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками.

### 3. Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил безопасности, приведенных в эксплуатационной документации на средства поверки;

- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), 7-е издание;
- правил безопасности при эксплуатации ТПУ.

3.2 Вспомогательное оборудование, используемое при поверке, и средства поверки должны иметь эксплуатационную документацию (формуляр или паспорт), техническое описание или руководство по эксплуатации).

3.3 Рабочее давление применяемых при поверке оборудования и средств поверки, указанное в их эксплуатационной документации, должно быть больше или равно наибольшему давлению, которое может иметь место при поверке. Использование элементов обвязки или шлангов, не прошедших гидравлическое испытание, запрещается.

3.4 На ТПУ должны быть четкие надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения их безопасной эксплуатации.

3.5 Доступ к ТПУ и обслуживаемому при поверке оборудованию должен быть свободным. При необходимости должны быть предусмотрены лестницы и площадки для обслуживания или переходы с ограждениями, соответствующие требованиям безопасности.

3.6 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки, снятия показаний приборов и соответствовать санитарным нормам.

3.7 При появлении течи поверочной жидкости, загазованности и других ситуаций, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверка должна быть прекращена.

3.8 Управление ТПУ, вспомогательным оборудованием и средствами поверки должно производиться лицами, прошедшими обучение и проверку знаний и допущенными к их обслуживанию.

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

#### 4. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |  |  |
|--|--|
| - поверочная жидкость  | вода питьевая по ГОСТ Р 51232-98<br>«Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества»; |
| - температура поверочной жидкости, °С  | 20±5;  |
| - температура окружающего воздуха, °С  | 20±5;  |
| - относительная влажность окружающего воздуха, %   | от 30 до 80;   |
| - давление на выходе ТПУ, МПа, не менее  | 0,1;   |
| - изменение температуры поверочной жидкости в ТПУ за время прохождения поршня в одном направлении от одного детектора до другого, °С, не более | 0,2.   |

Значение расхода, при котором определяют метрологические характеристики (далее – МХ) ТПУ,  $Q^{MX}$ , м<sup>3</sup>/ч и значение расхода, при котором выполняют контроль отсутствия протечек,  $Q^{prom}$ , м<sup>3</sup>/ч, принимают в соответствии с таблицей 2, исходя из следующих условий:

- значения расхода  $Q^{MX}$  и  $Q^{prom}$  устанавливают в диапазоне, в котором нормируются МХ ТПУ;
- значение расхода  $Q^{MX}$  должно не менее, чем в 2 раза превышать значение  $Q^{prom}$ .

Таблица 2

Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч	
$Q_{прот}$	$Q^{MX}$
20 - 25	40 - 50

После эксплуатации ТПУ на нефти, перед проведением поверки или при необходимости, проводят очистку внутренней поверхности ТПУ и шарового поршня от нефти.

## 5. Подготовка к поверке

5.1 Подготовку средств поверки и ТПУ к поверке осуществляют в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.2 Перед проведением поверки ТПУ должны быть проведены следующие подготовительные работы:

5.2.1 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке (аттестации) средств поверки или знаков поверки на них.

5.2.2 Проверяют значение диаметра и состояние поверхности (степени износа) шарового поршня (далее – поршень) ТПУ в соответствии с эксплуатационной документацией (руководство по монтажу, эксплуатации и обслуживанию ТПУ).

5.2.3 Проверяют правильность монтажа и соединений ТПУ, средств поверки и вспомогательного оборудования в соответствии с эксплуатационной документацией на ТПУ и средства поверки.

5.2.4 Проверяют герметичность ТПУ, соединительных трубопроводов и задвижек.

5.2.5 Поверку производят внешним осмотром при выбранном значении поверочного расхода и давлении на выходе ТПУ не менее 0,1 МПа. Систему считают герметичной, если через 10 мин после установления расхода и давления не наблюдается течи и капель через фланцевые, резьбовые и сварные соединения и сальники.

5.2.6 Проверяют в соответствии с эксплуатационной документацией герметичность четырехходового крана (клапана). Поверку четырехходового крана производят в двух положениях.

5.2.7 Проверяют герметичность затвора задвижек, находящихся при поверке в закрытом положении, утечки поверочной жидкости через которые могут повлиять на результаты измерений.

В случае отсутствия контроля или невозможности обеспечения герметичности указанных задвижек они должны быть заглушены путем установки заглушек во фланцевые соединения.

5.2.8 Проверяют на герметичность и смачивают накопительную емкость следующим образом: заполняют её поверочной жидкостью и выдерживают 5 мин. Не допускаются течи поверочной жидкости и запотевания швов, течи или падения капель через кран сливной трубы.

5.2.9 Проверяют герметичность сливного крана мерника и смачивают мерник следующим образом: мерник заполняют поверочной жидкостью по номинальную отметку шкалы и выдерживают в течение 5 минут, визуально проверяют отсутствие течи или падения капель через сливной кран.

5.2.10 Проверяют отсутствие воздуха в ТПУ следующим образом. Устанавливают через ТПУ поверочный расход поверочной жидкости и проверяют отсутствие воздуха, открывая краны, расположенные в верхних точках. Производят несколько раз пуск поршня, проверяя после каждого пуска отсутствие воздуха. Считают, что воздух удален полностью, если из кранов вытекает струя поверочной жидкости без воздушных пузырьков.

5.3 Стабилизацию температуры поверочной жидкости в ТПУ контролируют следующим образом. Температуру поверочной жидкости в ТПУ считают стабильной, если при установленном значении поверочного расхода за один проход поршня в обоих направлениях показания температуры в ТПУ, изменяются не более, чем на 0,2 °С.

Примечание - Операции по проверке отсутствия воздуха и контроль стабилизации температуры поверочной жидкости в ТПУ проводят после каждого перерыва в работе с остановкой насоса.

## 6. Проведение поверки

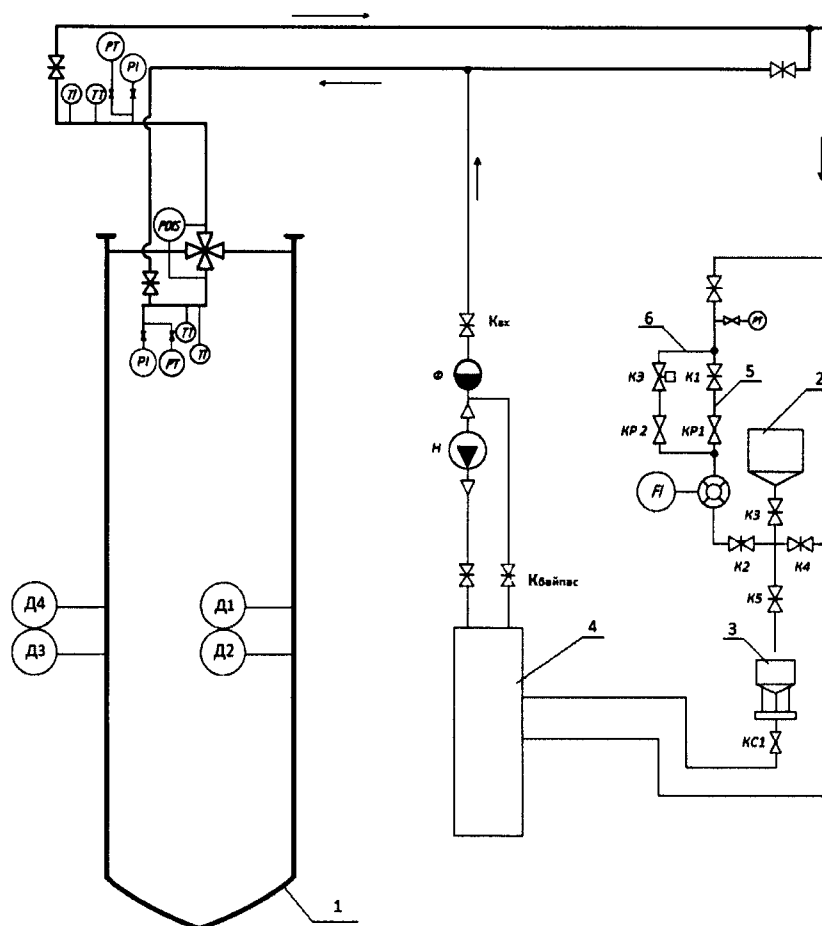
### 6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемой ТПУ следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать указанной в эксплуатационной документации;
- на ТПУ не должно быть механических повреждений и дефектов, препятствующих применению ТПУ;
- надписи и обозначения должны быть четкими и соответствовать приведенным в эксплуатационной документации.

### 6.2 Опробование

Опробование поверяемой ТПУ производят в комплекте со средствами поверки. Собирают технологическую схему (рисунок 1).



1 - ТПУ; 2 - накопительная емкость; 3 - мерник; 4 - емкость-хранилище; 5 - основной трубопровод; 6 - байпасный трубопровод; Н - насос, Ф - фильтр; FI - расходомер; ТТ, РТ - преобразователи температуры и давления; ТI - термометры; PI - манометры; PDIS - дифференциальный манометр; Д1 - Д4 - детекторы; КС1 - кран сливной; КР1, КР2 - кран регулирующий; КЭ - электромагнитный клапан; К1 - К5 - краны запорные; Квх- входной кран технологической схемы; Кбайпас - кран байпасной линии насоса Н.

Рисунок 1

Открывают краны К1, К2, К4, включают насос Н и используя регулятор расхода КР1 устанавливают выбранное в соответствии с таблицей 2 значение расхода поверочной жидкости  $Q^{MX}$  через технологическую схему. Значение расхода контролируют по расходомеру FI. Открывают краны, расположенные в верхних точках ТПУ и выпускают воздух.

Запускают поршень ТПУ, используя секундомер засекают время движения поршня от пусковой камеры ТПУ до первого детектора (ориентируются на время, указанное на рисунке 2).

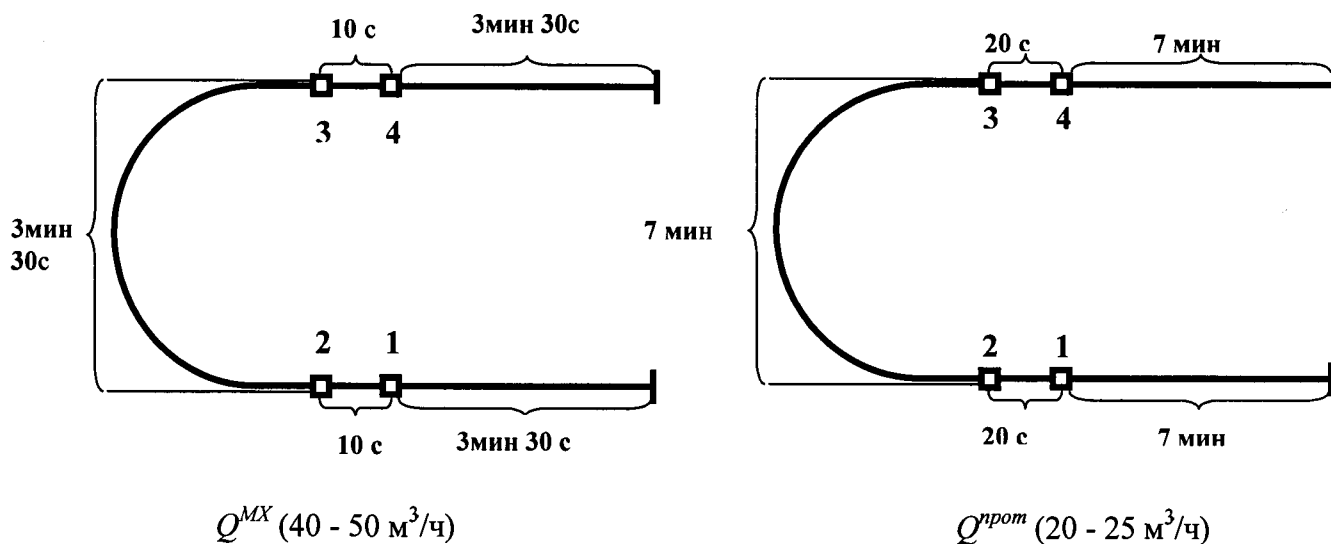


Рисунок 2

При подходе поршня к первому детектору (Д1 или Д2, в зависимости от используемой пары детекторов), ориентировочно за 30 с, закрывают кран К1 на основном трубопроводе 5. При срабатывании первого детектора (Д1 или Д2) электромагнитный клапан КЭ на байпасном трубопроводе 6 должен закрыться, а поршень ТПУ должен остановиться.

Открывают кран К1 на основном трубопроводе 5, прогоняют поршень по калиброванному участку ТПУ. При подходе поршня ко второму детектору (Д3 или Д4), ориентировочно за 30 с, закрывают кран К1 на основном трубопроводе 5. При срабатывании второго детектора (Д3 или Д4) электромагнитный клапан КЭ на байпасном трубопроводе 6 должен закрыться. Открывают кран К1 на основном трубопроводе 5, пускают поршень и засекают время его прохождения от последнего детектора до пусковой камеры ТПУ. Изменяют направление движения поршня и производят описанные операции при движении поршня в обратном направлении.

Если электромагнитный клапан КЭ запирается негерметично или в технологической схеме обнаружены протечки, поверку прекращают до выяснения и устранения неисправностей.

По результатам замеров времени прохождения поршня, делают корректировку ориентировочного времени рисунка 2.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

#### 6.3.1 Определение вместимости калиброванного участка ТПУ

Определение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, давление 0 МПа),  $V_0$ ,  $m^3$ , определяют как суммарную вместимость, соответствующую движению поршня «вперед» и «назад».

Примечания:

1. Для двунаправленной ТПУ допускается определять вместимость отдельно для каждого направления движения поршня («вперед» и «назад»).
2. Для ТПУ, снабженных двумя парами детекторов, вместимость определяют для каждой пары детекторов.

Открывают краны К1-К4 включают насос Н и используя регулятор расхода КР1, устанавливают выбранное в соответствии с таблицей 2 значение расхода поверочной жидкости  $Q^{MX}$  через технологическую схему. Значение расхода контролируют по расходомеру FI. Открывают краны, расположенные в верхних точках ТПУ и выпускают воздух.

Примечания:

1. Допускается отклонение установленного значения расхода от приведенных в таблице 2 на  $\pm 5,0\%$ .
2. Допускается определять значение расхода поверочной жидкости через технологическую схему используя вместимость калиброванного участка ТПУ,  $V_0, \text{м}^3$ , (из действующего свидетельства о поверке ТПУ) и время прохождения поршнем ТПУ его калиброванного участка,  $T, \text{с}$ , по формуле  $Q^{MX} = (V_0 \cdot 3600) / T$ .

Запускают поршень ТПУ, используя секундомер засекают время движения поршня от приемной камеры ТПУ до первого детектора ТПУ, ориентируясь на время полученное при опробовании, и закрывают кран К4.

При подходе поршня к первому по ходу детектору (Д1 или Д2, в зависимости от используемой пары детекторов), ориентировочно за 30 с, закрывают кран К1 на основном трубопроводе 5. При срабатывании первого детектора (Д1 или Д2) электромагнитный клапан КЭ на байпасном трубопроводе 6 должен закрыться и поршень должен остановиться. Тут же закрывают кран К2. Открывают кран К5 и КС1 сливают жидкость, выждав минуту, закрывают краны К5 и КС1.

Для исключения повышения температуры поверочной жидкости за счет непрерывной работы насоса Н, его переводят на работу по байпасной линии насоса Н, закрыв кран  $K_{\text{вх}}$  и открыв кран  $K_{\text{байпас}}$ . Для возобновления расхода через технологическую схему, возвращают краны  $K_{\text{вх}}$  и  $K_{\text{байпас}}$  в исходное положение.

Открывают кран К1 на основном трубопроводе 5 и кран К2, используя секундомер засекают время и прогоняют поршень по калиброванному участку ТПУ. При подходе поршня ко второму детектору (Д3 или Д4), ориентировочно за 30 с, закрывают кран К1 на основном трубопроводе 5. При срабатывании второго детектора (Д3 или Д4) электромагнитный клапан КЭ на байпасном трубопроводе 6 должен закрыться. Тут же закрывают кран К2 и переводят насос Н на работу по байпасной линии насоса Н, закрывая кран  $K_{\text{вх}}$  и открывая кран  $K_{\text{байпас}}$ .

При каждом прохождении поршнем калиброванного участка, от детектора до детектора, в протоколе поверки (приложение А) фиксируют:

- температуру поверочной жидкости на входе и выходе ТПУ ( $t_{\text{вх}}, t_{\text{вых}}, \text{°C}$ );
- избыточное давление поверочной жидкости на входе и выходе ТПУ ( $P_{\text{вх}}, P_{\text{вых}}, \text{МПа}$ ).

Примечание – При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление один раз в процессе прохождения поршня от детектора до детектора.

Открывают кран К5 и наливают в мерник 3 из накопительной емкости 2 порцию поверочной жидкости. Если уровень поверочной жидкости в мернике окажется ниже нижней отметке шкалы мерника 3, поверочную жидкость доливают, используя мерный цилиндр I-го класса точности. Объем поверочной жидкости в мернике 3 определяют вычитанием объема долитой поверочной жидкости из объема, измеренного по шкале мерника 3 после долива. Заполненный мерник 3, выдерживают в течение 30 с, определяют по шкале объем поверочной жидкости в мернике ( $V_{ij}, \text{м}^3$ ) и измеряют ее температуру ( $t_{ij, \text{°C}}$ ). Полученные результаты измерений фиксируют в протоколе (приложение А).

Открывают сливной кран КС1, сливают поверочную жидкость из мерника 3 и, выждав минуту, после стекания капель, сливной кран КС1 закрывают.



Производят описанные операции до полного опорожнения накопительной емкости. После слива последней порции поверочной жидкости из мерника 3, выдерживают две минуты, закрывают краны К5 и К3.

Переводят насос Н на работу по технологической схеме, открывая кран К<sub>вх</sub> и закрывая кран К<sub>байпас</sub>. Открывают краны К1, К2, К4, пускают поршень и засекают время его прохождения от последнего детектора до пусковой камеры ТПУ. Изменяют направление движения потока поверочной жидкости через ТПУ и запускают поршень в обратном направлении одновременно засекают время движения поршня от пусковой камеры до первого детектора, открывают кран К3 и закрыв кран К4.

Описанные выше операции выполняют при обратном движении поршня.

Операции измерений, описанные в 6.3.1, выполняют не менее **семи раз**.

Определяют среднее значение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, давление 0 МПа) по формуле

$$V_{0i1-3-1(2-4-2)} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i1-3-1(2-4-2)}}{n}, \quad (1)$$

$$V_{0i1-3-1(2-4-2)} = V_{0i1-3(2-4)} + V_{0i3-1(4-2)}, \quad (2)$$

$$V_{0i1-3(2-4),3-1(4-2)} = V_i \cdot k_{ир,м}, \quad (3)$$

$$V_i = \sum_{j=1}^r V_{ij}, \quad (j = 1...r), \quad (4)$$

$$k_{ир,м} = 1 + \beta_{жс} \cdot (t_{iy} - t_{юм}) - 3 \cdot \alpha_{нов} \cdot (t_{iy} - 20) + 3 \cdot \alpha_{м} \cdot (t_{юм} - 20) - F \cdot P_{iy} - \frac{0,95}{E} \cdot \frac{D}{S} \cdot P_{iy}, \quad (5)$$

$$t_{юм} = \frac{\sum_{j=1}^r V_{ij} \cdot t_{ijюм}}{\sum_{j=1}^r V_{ij}}, \quad (6)$$

$$t_{iy} = \frac{t_{ивх} + t_{ивых}}{2}, \quad (7)$$

$$P_{iy} = \frac{P_{ивх} + P_{ивых}}{2}, \quad (8)$$

где  $V_{0i1-3-1(2-4-2)}$  – вместимость калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, давление 0 МПа) при *i*-ом измерении при движении поршня в обоих направлениях «вперед» и «назад», м<sup>3</sup>;

$V_{0i1-3(2-4)}, V_{0i3-1(4-2)}$  – вместимость калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, давление 0 МПа) при *i*-ом измерении при движении поршня в одном из направлений «вперед» или «назад», м<sup>3</sup>;

$n$  – количество измерений;

$V_i$  – вместимость калиброванного участка ТПУ при *i*-ом измерении в условиях измерений при движении поршня в одном из направлений «вперед» или «назад», м<sup>3</sup>;

$k_{ир,м}$  – среднее значение коэффициента, учитывающего влияние температуры и давления при *i*-ом измерении;

$\beta_{жс}$  – коэффициент объемного расширения поверочной жидкости, 1/°С (для воды  $\beta_{жс} = 2,6 \cdot 10^{-4}$  1/°С);

$F$  – коэффициент сжимаемости поверочной жидкости, 1/МПа (для воды  $F = 49,1 \cdot 10^{-5}$  1/МПа);

$E$  – модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа (из таблицы 3 или из эксплуатационной документации на ТПУ);

$D$  – внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, мм (из эксплуатационной документации на ТПУ);

$S$  – толщина стенки калиброванного участка ТПУ, мм (из эксплуатационной документации на ТПУ);

$t_{iy}$  – средние значения температуры поверочной жидкости в ТПУ при  $i$ -ом измерении, °С;

$t_{i\text{вх}}, t_{i\text{вых}}$  – температура поверочной жидкости на входе и выходе ТПУ при  $i$ -ом измерении, °С;

$P_{iy}$  – среднее значение избыточного давления в ТПУ при  $i$ -ом измерении, МПа;

$P_{i\text{вх}}, P_{i\text{вых}}$  – избыточное давление на входе и выходе ТПУ при  $i$ -ом измерении, МПа;

$V_{ij}$  – объем поверочной жидкости в мернике при  $j$ -ом заполнении  $i$ -ого измерения, м<sup>3</sup>;

$t_{i\text{ом}}$  – среднее значение температуры поверочной жидкости в мернике за  $i$ -ое измерение, °С;

$t_{j\text{ом}}$  – температура поверочной жидкости в мернике при  $j$ -ом заполнении  $i$ -ого измерения, °С;

$\alpha_m$  – коэффициент линейного расширения материала стенок мерника, 1/°С (берут из технической документации на мерник);

$\alpha_{\text{нов}}$  – коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, 1/°С (из эксплуатационной документации на ТПУ или из таблицы 3);

$r$  – количество заполнений мерника при  $i$ -ом измерении.

Таблица 3

Материал	$\alpha_{\text{нов}}, 1/^\circ\text{C}$	$E, \text{МПа}$
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^5$

### 6.3.2 Определение среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности ТПУ

Оценивают СКО случайной составляющей погрешности ТПУ ( $S_0$ , %) по формуле

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i1-3-1(2-4-2)} - V_0)^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{V_0} \quad (9)$$

Проверяют выполнение условия

$$S_0 \leq 0,015 \% \quad (10)$$

Если условие (10) не выполняется, проводят анализ значений  $V_{0i1-3-1(2-4-2)}$  в соответствии с приложением Б настоящего документа. Если какой-либо из результатов  $V_{0i1-3-1(2-4-2)}$  будет исключен как аномальный (неправильный), то вместо него проводят дополнительное измерение по 6.3.1. Повторно проверяют выполнение условия (10). При повторном невыполнении условия (10) поверку прекращают.

При выполнении условия (10) поверку продолжают.

### 6.3.3 Определение относительной погрешности ТПУ

Пределы допускаемой относительной погрешности ТПУ при определении вместимости калиброванного участка в соответствии с 6.3.1,  $\delta_0$ , %, определяют по формуле

$$\delta_0 = 1,1 \cdot [\Theta_{\Sigma 0} + \Theta_{V0}], \quad (11)$$

$\Theta_{\Sigma 0}$  – граница суммарной систематической составляющей погрешности ТПУ, %, при доверительной вероятности  $P = 0,99$  вычисляемая по формуле

$$\Theta_{\Sigma 0} = k \cdot \sqrt{\Theta_m^2 + \Theta_t^2 + \Theta_{ИВК}^2}, \quad (12)$$

$\Theta_m$  – пределы допускаемой основной относительной погрешности мерника, % ( $\Theta_m = 0,02$  %);

$\Theta_{ИВК}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК, обусловленная преобразованием входных аналоговых измерительных сигналов в значение измеряемой величины, % ( $\Theta_{ИВК} = 0,025$  %);

Примечание – при применении в качестве средств измерений температуры и давления термометров и манометров соответственно принимают  $\Theta_{ИВК} = 0$  %.

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

$$\Theta_t = \beta_{ж} \cdot 100 \cdot \sqrt{\Delta t_{ом} + \Delta t_y}, \quad (13)$$

$\Delta t_y, \Delta t_{ом}$  – абсолютные погрешности средств измерений температуры, применяемых для измерений температуры поверочной жидкости в ТПУ и мернике соответственно, °С (из свидетельств о поверке средств измерений температуры);

$k$  – коэффициент, зависящий от числа суммируемых погрешностей, значение которого определяют по таблице 4.

Таблица 4

$h$	$k$				
	$l = 1$	$l = 2$	$l = 3$	$l = 4$	$l = 5$
2	1,28	1,22	1,16	1,12	1,09
3	1,38	1,31	1,24	1,18	1,14

$h$  – число суммирующих составляющих (неисключенных систематических погрешностей).

Для выбора значения  $k$  вычисляют значение  $l$  по формуле  $l = \theta_1 / \theta_2$ . В качестве  $\theta_1$  принимают составляющую по числовому значению наиболее отличающуюся от других, в качестве  $\theta_2$  следует принять ближайшую к  $\theta_1$ .

$\Theta_{V0}$  – границы погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ, %, вычисляемая по формуле

$$\Theta_{V0} = t_{0,99} \cdot \frac{S_0}{\sqrt{n}}, \quad (14)$$

$t_{0,99}$  – квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99 (в соответствии с таблицей 5);

Таблица 5

$n-l$	6	7	8	9	10
$t_{0,99}$	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17

Результаты поверки ТПУ считают положительными, если выполняется условие

$$|\delta_0| \leq 0,1 \%. \quad (15)$$

### 6.3.4 Определение отсутствия протечек в ТПУ

Проводят операции в соответствии с 6.3.1, 6.3.2 по результатам которых определяют среднее значение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С,

давление 0 МПа)  $V_{0PP1-3-1(2-4-2)}$ , м<sup>3</sup>, при значении расхода поверочной жидкости  $Q^{прот}$ , выбранном в соответствии с таблицей 2 настоящего документа.

Операции измерений, описанные в 6.3.1, выполняют **три раза**.

Относительное отклонение вместимости ( $\delta_{PP}$ , %) определяется по формуле:

$$\delta_{PP} = \frac{V_{0PP1-3-1(2-4-2)} - V_{01-3-1(2-4-2)}}{V_{01-3-1(2-4-2)}} \cdot 100\%, \quad (16)$$

где  $V_{01-3-1(2-4-2)}$  – значение вместимости калиброванного участка ТПУ при расходе  $Q^{MX}$ , м<sup>3</sup>;

$V_{0PP1-3-1(2-4-2)}$  – значение вместимости калиброванного участка ТПУ при расходе  $Q^{прот}$ , м<sup>3</sup>.

Примечание – Значения  $V_{01-3-1(2-4-2)}$  и  $V_{0PP1-3-1(2-4-2)}$  определяют в соответствии 6.3.1.

Должно выполняться условие:

$$|\delta_{PP}| \leq 0,035\%. \quad (17)$$

Если  $\delta_{PP} > 0$  и  $|\delta_{PP}| > 0,035\%$ , это свидетельствует о **наличии протечек** и необходимости их устранения.

Если  $\delta_{PP} < 0$  и  $|\delta_{PP}| > 0,035\%$ , это свидетельствует о том, что в измерениях **допущены ошибки**. Необходимо предварительно проанализировать возможные причины ошибок (неправильное измерение температуры, взвешивание и т.д.) и повторить измерения.

Если при выбранном значении расхода  $Q^{прот}$ , поршень не входит в калиброванный участок, то допускается увеличить расход перед запуском поршня до значения  $Q^{прот}$  обеспечивающего движение поршня к первому детектору.

### 6.3.5 Определение относительного отклонения вместимости ТПУ от значения при предыдущей поверке

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

$$\delta_{00} = \frac{V_{01-3-1(2-4-2)} - V_{0ПП1-3-1(2-4-2)}}{V_{0ПП1-3-1(2-4-2)}} \cdot 100\%, \quad (18)$$

где  $V_{0ПП1-3-1(2-4-2)}$  – вместимость калиброванного участка ТПУ, определенное при предыдущей поверке, м<sup>3</sup>.

Должно выполняться условие:

$$|\delta_{00}| \leq 0,1\%. \quad (19)$$

При невыполнении условия (19) анализируют полученные результаты поверки, устраняют причины их возникновения и проводят повторную поверку ТПУ. При повторном невыполнении условия (19) проводят исследование МХ ТПУ.

Примечание - Если перед поверкой производили ремонт калиброванного участка ТПУ то  $\delta_{00}$  не определяют.

## 7. Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А настоящей инструкции. Один экземпляр протокола поверки, закрепленный личной подписью поверителя, прилагают к свидетельству о поверке как обязательное приложение.

7.2 При положительных результатах поверки ТПУ оформляют свидетельство о поверке в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 (далее - Порядок проведения поверки).

На оборотной стороне свидетельства указывают фактические значения метрологических характеристик ТПУ:

Направление движения поршня	1-3-1	2-4-2
Вместимость калиброванного участка, $V_0$ , м <sup>3</sup>		
СКО случайной составляющей погрешности, $S_0$ , %		
Границы суммарной систематической составляющей погрешности, $\Theta_{\Sigma 0}$ , %		
Границы погрешности определения среднего значения вместимости, $\Theta_{V0}$ , %		
Относительная погрешность ТПУ, $\delta_0$ , %		
Пределы допускаемой относительной погрешности ТПУ, $\delta_0$ , %		

На контровочную проволоку, пропущенную через отверстия одной из шпилек фланца калиброванного участка ТПУ и установленную на корпусе каждого из детекторов ТПУ, устанавливают пломбы. На пломбы, установленные на контровочной проволоке, поверитель наносит оттиск личного клейма, соответствующего требованиям документа «Требования к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядок их нанесения», утвержденного приказом № 1081 Министерства промышленности и торговли РФ от 30 ноября 2009 г.

7.3 При отрицательных результатах поверки ТПУ к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют, клеймо гасят и выдают извещение о непригодности в соответствии с Порядком проведения поверки с указанием причин.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_**  
**поверки ТПУ с применением мерника**

Тип ТПУ: Детекторы (1-3-1, 2-4-2):  
 Заводской номер:  
 Место проведения поверки:  
 Эталон (тип):  
 Заводской номер:  
 Вместимость, дм<sup>3</sup> (м<sup>3</sup>):  
 Поверочная жидкость: Температура поверочной жидкости, °С:  
 Поверочный расход, м<sup>3</sup>/ч:  $Q^{MX} =$  Температура воздуха, °С:  
 $Q^{прот} =$

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

$\beta_{ж}$ , 1/°С	F, 1/МПа	$\alpha_{пов}$ , 1/°С	E, МПа	D, мм	S, мм	$\alpha_m$ , 1/°С	$\Theta_m$ , %	$\Theta_{ивк}$ , %	$\Delta t_{ом}$ , °С	$\Delta t_y$ , °С	k	$t_{0.99}$	$V_{опп}$ , м <sup>3</sup>

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ**

Но мер измерения (i)	Направление движения поршня	Номер заполнения мерника (j)	Мерник			ТПУ				$V_{i3}$ , м <sup>3</sup>	$K_{итрм}$	$V_{0i}$ (1-3 (2-4), 3-1 (4-2)) ( $V_{опп i}$ (1-3 (2-4), 3-1 (4-2))), м <sup>3</sup> )	$V_{0i}$ (1-3-1 (2-4-2)) ( $V_{опп i}$ (1-3-1 (2-4-2))), м <sup>3</sup> )	$V_{0(1-3-1)}$ (2-4-2) ( $V_{опп}$ (1-3-1 (2-4-2))), м <sup>3</sup> )
			$V_{ij}$ , м <sup>3</sup>	$t_{ijом}$ , °С	$t_{iом}$ , °С	$t_{ивх}/t_{ивых}$ , °С	$t_{iy}$ , °С	$P_{ивх}/P_{ивк}$ , МПа	$P_{iy}$ , МПа					

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

1	1-3 (2-4)	1.1											
		1.2											
	3-1 (4-2)	2.1											
		2.2											
...	...	...											
n	1-3 (2-4)	1.1											
		1.2											
	3-1 (4-2)	2.1											
		2.2											

**ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ПРОТЕЧЕК**

1	1-3 (2-4)	1.1										
		1.2										
	3-1 (4-2)	2.1										
		2.2										
...	...	...										
3	1-3 (2-4)	1.1										
		1.2										
	3-1 (4-2)	2.1										
		2.2										

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

$V_{0\ 1-3-1(2-4-2)}$ , м <sup>3</sup>	$\Theta_t$ , %	$\Theta_{\Sigma 0}$ , %	$\Theta_{V0}$ , %	$S_0$ , %	$\delta_0$ , %	$\delta_{пр}$ , %	$\delta_{00}$ , %
Допускаемые значения:				$S_0 \leq 0,015$	$ \delta_0  \leq 0,1$	$ \delta_{пр}  \leq 0,035$	$ \delta_{00}  \leq 0,1$

Заключение, ТПУ в качестве ТПУ 2-го разряда к дальнейшему применению \_\_\_\_\_ (годна/ не годна)

Подпись лица, проводившего поверку \_\_\_\_\_ (Фамилия И.О.)

Дата поверки:

## Приложение А (окончание)

Примечания:

1. Значения  $S_0$ ,  $\Theta_{\Sigma 0}$ ,  $\Theta_t$ ,  $\Theta_{V0}$ ,  $\delta_0$ ,  $\delta_{ГП}$ ,  $\delta_{00}$  вычисляются до четвертого знака после запятой, в протокол записывают значения, округленные до трех знаков после запятой.
2. Значения вместимости  $V_i$ ,  $V_{0i}$ ,  $V_{0ПРi}$ ,  $V_0$ ,  $V_{0ПР}$  вычисляются до шести значащих цифр, в протокол записывают значения, округленные до пяти значащих цифр.
3. Значения коэффициента  $k_{iрм}$  вычисляются до шести знаков после запятой, в протокол поверки записывают значения, округленные до пяти знаков после запятой.
4. Значения расхода  $Q^{МХ}$ ,  $Q^{прот}$  записывают в протокол поверки с четырьмя значащими цифрами.
5. Значения температуры  $t_{iжом}$ ,  $t_{iом}$ ,  $t_{iвх}$ ,  $t_{iвых}$ ,  $t_{iy}$  и давления  $P_{iвх}$ ,  $P_{iвых}$ ,  $P_{iy}$  при использовании преобразователей температуры и давления записывают в протокол с двумя знаками после запятой. При использовании манометров и термометров, значения температуры и давления записывают в протокол с одним знаком после запятой.

### Перечень детекторов и средств измерений, установленных на ТПУ 2-го разряда типа Smith Meter 1190 зав. №

(приложение к протоколу поверки от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_)

Наименование средств измерений	Тип, марка	Заводской номер	Дата поверки	№ свидетельства о поверке
Детектор № 1			-	-
Детектор № 2			-	-
Детектор № 3			-	-
Детектор № 4			-	-
Преобразователь давления				
Преобразователь давления				
Преобразователь температуры				
Преобразователь температуры				

Подпись лица, проводившего поверку \_\_\_\_\_ (Ф.И.О)

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

**Приложение Б**  
(справочное)

**Методика анализа результатов измерений**

Пусть получена выборка из «п» результатов измерений вместимости ТПУ:  $V_{01}, V_{02} \dots V_{0i}$ . Вначале необходимо выделить значения, резко отличающиеся от остальных, и попытаться выяснить причину их появления (ошибки, допущенные при измерениях, неисправность используемых средств измерений, несоблюдение условий поверки, которые повлияли на результаты и т.д.). Если причина будет установлена, то результаты могут быть аннулированы и измерения проведены вновь после устранения причин.

Если причину выявить не удастся, то проверяют аномальность указанных значений следующим образом:

- вычисляют относительное СКО ( $S_n$ )

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i} - V_0)^2}{n-1}}, \quad (\text{Б.1})$$

- для каждого измерения вычисляют соотношение

$$u_i = \left| \frac{V_{0i} - V_0}{S_n} \right|, \quad (\text{Б.2})$$

- для ряда значений « $u_i$ », вычисленных по (Б.2), выбирают максимальное « $u_{i\max}$ » и « $u_{i\min}$ », которые сравнивают с величинами « $h_{\max}$ » и « $h_{\min}$ » соответственно, взятых из таблицы Б.1 для объема выборки «п»:

Таблица Б.1

п	7	8	9	10	11
$h_{\max}$	2,139	2,274	2,387	2,482	2,564
$h_{\min}$	2,020	2,126	2,215	2,290	2,355

Если  $u_{i\max} \geq h_{\max}$  и  $u_{i\min} \leq h_{\min}$ , то подозреваемые результаты должны быть исключены из выборки как промахи.