

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

М.П.

« 25 » 2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ТРУБОПОРШНЕВЫЕ ДВУНАПРАВЛЕННЫЕ ТПУ СГА

Методика поверки

МП 0940-1-2018

Начальник НИО-1

Р.А.Корнеев

тел. отдела: (843) 272-12-02

г. Казань

2018

Настоящая инструкция распространяется на установки трубопоршневые двунаправленные ТПУ СГА (далее – ТПУ), предназначенные для измерений, хранения и передачи единиц объемного расхода и объема жидкости в потоке, и устанавливает методику и последовательность их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

## **1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (пункт 6.1);
- опробование (пункт 6.2);
- определение метрологических характеристик (пункт 6.3).

1.2 На месте эксплуатации поверка ТПУ может быть проведена по МИ 1972-95 «Рекомендация. ГСИ. Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки поверочными установками на базе весов ОГВ или мерников».

## **2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ**

2.1 При определении метрологических характеристик по пункту 6.3.1 применяют государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2017 (далее – ГЭТ).

2.2 При определении метрологических характеристик по пункту 6.3.3 применяют средства поверки, указанные в нормативном документе, приведенном в данном пункте.

2.3 При поверке средств измерений, входящих в состав ТПУ, должны быть применены средства поверки в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа, на данные средства измерений.

2.4 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

2.5 Все эталоны, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы в установленном порядке.

## **3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

3.1 Перед началом проведения поверки по пункту 6.3.1 выполняют требования безопасности:

- действующие на предприятии, на котором производится поверка;
- изложенные в руководстве по эксплуатации ТПУ;
- изложенные в эксплуатационных документах на средства поверки.

При проведении поверки должны соблюдаться требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

К выполнению измерений при поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации ТПУ и эксплуатационные документы на средства поверки, применяемые при поверке, а также прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности.

Перед началом поверки необходимо проверить исправность соединений трубопроводов, системы электропитания и заземления ТПУ.

3.2 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы и площадки, соответствующие требованиям безопасности.

Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость применяемых средств поверки.

3.3 Перед началом проведения поверки ТПУ по методике поверки указанной в пункте 6.3.2 выполняют требования безопасности, указанные в данном документе.

3.4 Перед началом поверки средств измерений, входящих в состав ТПУ, необходимо выполнить требования безопасности в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа, на данные средства измерений.

#### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

- 4.1 При проведении поверки по пунктам 6.1, 6.2 и 6.3.1 соблюдают следующие условия:
- измеряемая среда – вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001;
  - температура измеряемой среды, °С (20 ± 5);
  - температура окружающего воздуха, °С (20 ± 5);
  - относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
  - атмосферное давление, кПа от 84 до 107.

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

Движение поршня ТПУ при проведении измерений должно быть равномерным.

Должны отсутствовать потоки воздуха в помещении (например, сквозняков).

Вблизи средств поверки или ТПУ должны отсутствовать какие-либо нагревательные элементы, способствующие одностороннему нагреванию средств поверки или ТПУ.

4.2 При поверке средств измерений, входящих в состав ТПУ, должны быть соблюдены условия поверки в соответствии с методиками поверки, указанные в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа на данные средства измерений.

4.3 При проведении поверки по методике поверки указанной в пункте 6.3.3 должны быть соблюдены условия поверки, указанные в данном документе.

4.4 Поверку ТПУ допускается проводить на месте эксплуатации.

#### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 При подготовке к поверке по пунктам 6.1, 6.2 и 6.3.1 выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение условий разделов 2 – 4 настоящей инструкции;
- подготовку к работе ТПУ и средств поверки согласно их эксплуатационных документов;

- проверку герметичности фланцевых соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.

5.2 При подготовке к поверке средств измерений, входящих в состав ТПУ, должны быть выполнены работы в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа, на данные средства измерений.

5.3 Перед проведением поверки ТПУ, которая находилась в эксплуатации проверяют степень очистки ее внутренней поверхности. Чистоту внутренней поверхности ТПУ после промывки считают удовлетворительной, если в пробе измеряемой среды, отобранной из ТПУ в стеклянный сосуд, отсутствуют масляные и иные следы измеряемой среды, применяемой при эксплуатации.

5.4 При проведении подготовки к поверке по методике поверки указанной в пункте 6.3.3 должны быть выполнены работы, указанные в данном документе.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Проведение поверки ТПУ проводится в соответствии с пунктами 6.1, 6.2, 6.3.1, 6.3.2 настоящего документа или в соответствии с пунктами 6.1, 6.2, 6.3.3 настоящего документа.

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие ТПУ следующим требованиям:

- комплектность и маркировка должны соответствовать требованиям эксплуатационных документов;
- на ТПУ не должно быть внешних механических повреждений, влияющих на ее работоспособность.

Результаты проверки считаются положительными если комплектность и маркировка ТПУ соответствуют требованиям эксплуатационных документов, а на ТПУ отсутствуют внешние механические повреждения, влияющих на ее работоспособность.

6.1.2 При проведении поверки по методикам поверки, указанным в пункте 6.3.2 и 6.3.3 проверка внешнего вида должны быть проведена в соответствии с документом, указанным в данном пункте.

### 6.2 Опробование

6.1.1 При опробовании определяют работоспособность ТПУ проводят путём запуска поршня и проверки работоспособности всех средств поверки и вспомогательного оборудования, применяемых для поверки ТПУ.

6.1.2 При проведении поверки по методикам поверки, указанным в пунктах 6.3.2 и 6.3.3 опробование должно быть проведено в соответствии с документом, указанным в данном пункте.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение относительной погрешности ТПУ при измерении вместимости при помощи ГЭТ

6.3.1.1 Производят подключение ТПУ к ГЭТ в соответствии с требованиями их эксплуатационных документов. Устройство переключения потока ГЭТ синхронизируется с сигналами детекторов ТПУ.

Удаляют из ТПУ воздух. Производят несколько раз пуск поршня в обоих направлениях, проверяя после каждого пуска отсутствие воздуха. Считают, что воздух удален полностью, если из кранов вытекает струя измеряемой среды без воздушных пузырьков. Операции по проверке отсутствия воздуха в ТПУ проводят после каждого перерыва в работе с остановкой насоса.

Обеспечивают циркуляцию измеряемой среды в ТПУ для стабилизации температуры и давления измеряемой среды.

Температуру и давление в каждой точке (на входе и выходе ТПУ) принимают равной среднему значению двух измерений, произведенных при переключении устройства в «бак» и на «пролет». Разность температуры в конце и начале измерения в каждой точке не должна превышать 0,2 °С. При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление в процессе прохождения поршня.

Измерения производят не менее 7 раз на расходе  $Q_1$  и не менее 3 раз на расходе  $Q_2$ . Причем расход  $Q_1$  в два раза превышает значение на точке расхода  $Q_2$ . Значение  $Q_2$  может быть меньше наименьшего расхода ТПУ.

Для ТПУ определяют суммарную вместимость, соответствующую движениям поршня «вперед» и «назад». Для ТПУ допускается определять вместимость отдельно для каждого направления движения поршня («вперед» и «назад»).

Для ТПУ, снабженных двумя парами детекторов, вместимость определяют для каждой пары детекторов.

Среднее значение вместимости ТПУ в нормальных условиях, м<sup>3</sup>, определяют по формуле:

$$V_j = \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} \quad (1)$$

где  $V_j$  – вместимость ТПУ на  $j$ -ой точке расхода приведенная к плюс 20 °С, м<sup>3</sup>;  
 $n$  – количество измерений на каждой точке расхода.

$$V_{ij} = \frac{M_{ГЭТ\ ij} \cdot K_{tpmij} \cdot K_{Tij}}{\rho_{ГЭТ\ ij}} \quad (2)$$

где  $M_{ГЭТ}$  – значение массы жидкости по показаниям ГЭТ с учетом выталкивающей силы, кг;  
 $\rho_{ГЭТ}$  – плотность воды с учетом зависимости от температуры и давления жидкости в ТПУ, кг/м<sup>3</sup>;  
 $K_{Tij}$  – коэффициент, характеризующий разновременность срабатывания детекторов ТПУ и переключающего устройства ГЭТ;  
 $K_{tpmij}$  – среднее значение коэффициента, учитывающего влияние разности температуры в ТПУ и ГЭТ, влияние температуры и давления воды на вместимость ТПУ, влияние давления в ТПУ на объем воды в ней;  
 $V_{ij}$  – вместимость ТПУ при  $i$ -ом измерении приведенная к плюс 20 °С (принимается равной суммарной вместимости ТПУ в обоих направлениях движения поршня или вместимости ТПУ отдельно для каждого направления движения поршня («вперед» и «назад»)), м<sup>3</sup>.

$$K_{Tij} = \frac{T_{ТПУij}}{T'_{ij}} \quad (3)$$

где  $T_{ТПУ}$  – время прохождения поршня ТПУ между детекторами, с;  
 $T'$  – интервал времени между импульсами сигналов детекторов положения перекидного устройства при переключении его в положение «бак» и «пролет», с.

$$K_{tpmij} = 1 - 3 \cdot \alpha_T (t_{yij} - 20) - \frac{0,95}{E} \cdot \frac{D}{S} \cdot P_{yij} \quad (4)$$

где  $t_y$  – средняя температура в ТПУ за одно измерение, °С;  
 $\alpha_T$  – коэффициент линейного расширения материала ТПУ, °С<sup>-1</sup>;  
 $P_{yij}$  – среднее давление в ТПУ в момент измерений, МПа;  
 $E$  – модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа;  
 $D$  – внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, мм;  
 $S$  – толщина стенок ТПУ, мм.

$$t_{yij} = \frac{t_{увхij} + t_{увыхij}}{2} \quad (5)$$

где  $t_{увх}$  – показания термометров на входе ТПУ, °С;  
 $t_{увых}$  – показания термометров на выходе ТПУ, °С.

$$P_{yij} = \frac{P_{увхij} + P_{увыхij}}{2} \quad (6)$$

где  $P_{увх}$  – показания давления на входе ТПУ, МПа;  
 $P_{увых}$  – показания давления на выходе ТПУ, МПа.

Среднеквадратическое отклонение случайной составляющей погрешности, %, определяется на расходе  $Q_1$  по формуле:

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{ij} - V_j)^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{V_j} \quad (7)$$

Определение коэффициента, показывающего изменение объема ТПУ в зависимости от расхода в диапазоне исследуемых расходов, %, определяют по формуле:

$$\theta_V = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \cdot 100, \% \quad (8)$$

- где  $\theta_V$  – коэффициент, показывающий изменение объема ТПУ в зависимости от расхода в диапазоне исследуемых расходов, являющейся составляющей систематической составляющей ТПУ в диапазоне исследуемых расходов, %;
- $V_1, V_2$  – вместимости ТПУ определенная по формуле (1) при расходе  $Q_1$  и  $Q_2$  соответственно, м<sup>3</sup>.

Определение погрешности ТПУ при измерении вместимости

Определение неисключенной систематической погрешности, %, вычисляют по формуле:

$$\theta_\Sigma = \frac{1,1 \cdot 100}{V_j} \cdot \sqrt{\left(\frac{\theta_{ГЭТ} \cdot V_j}{100 \cdot 1,1}\right)^2 + \left(\frac{\theta_V \cdot V_j}{100 \cdot 1,1}\right)^2 + (3 \cdot \alpha_t \cdot V_j)^2 \cdot \Delta_t^2 + \left(\frac{0,95}{E} \cdot \frac{D}{S} \cdot V_j\right)^2 \cdot \Delta_p^2} \quad (9)$$

- где  $\theta_{ГЭТ}$  – неисключенная систематическая погрешности ГЭТ, %;
- $\Delta_t$  – систематическая составляющая погрешности при измерении температуры ТПУ (при отсутствии информации о значении данной величины применяется абсолютная погрешность термометров, применяемых для измерений), °С;
- $\Delta_p$  – систематическая составляющая погрешности при измерении давления ТПУ (при отсутствии информации о значении данной величины применяется абсолютная погрешность средств измерений, применяемых для измерений), МПа;

Определение относительной погрешности ТПУ при определении вместимости, %, определяется по формуле:

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta = k \cdot S_\Sigma \\ S_\Sigma = \sqrt{S_j^2 + S_\theta^2} \\ k = \frac{\varepsilon_0 + \theta_\Sigma}{S_j + S_\theta} \\ \varepsilon_0 = t_{0,95} \cdot S_j \\ S_\theta = \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}} \end{array} \right. \quad (10)$$

- где  $S_\theta$  – среднеквадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности, %;
- $\varepsilon_0$  – доверительные границы случайной составляющей погрешности ТПУ, %;
- $t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности  $P=0,95$  и количества измерений  $n$  находится в соответствии с ГОСТ 8.736-2011;
- $S_\Sigma$  – суммарное среднеквадратическое отклонение оценки измеряемой величины, %.

Определение отклонения вместимости ТПУ от значения предыдущей поверки (при периодической поверке) определяется по формуле:

$$\Delta_V = \frac{V_1 - V_{\text{опп}}}{V_{\text{опп}}} \cdot 100, \% \quad (11)$$

- где  $V_{\text{опп}}$  – значение вместимости ТПУ, полученная при предыдущей поверке, м<sup>3</sup>.

ТПУ считается прошедшей поверку: если среднеквадратическое отклонение при измерении вместимости калиброванного участка ТПУ,  $S_j$ , не превышает 0,015%; коэффициент, показывающий изменение объема ТПУ в зависимости от расхода в диапазоне исследуемых расходов, являющейся составляющей систематической составляющей ТПУ в диапазоне исследуемых расходов,  $\theta_V$ , не превышает 0,0175%; отклонение вместимости ТПУ от значения предыдущей поверки  $\Delta_V$

(при периодической поверке) не превышает  $\pm 0,03\%$ ; относительная погрешность при определении вместимости ТПУ,  $\delta$ , не превышает  $\pm 0,05\%$ .

6.3.2 Поверку средств измерений, входящих в состав ТПУ, проводят в соответствии с нормативными документами, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельству об утверждении типа на данные средства измерений. Поверку средства измерений, входящего в состав ТПУ допускается не проводить, если срок действия его свидетельства о поверке превышает интервал между поверками ТПУ.

6.3.3 Определение метрологических характеристик ТПУ проводят в соответствии с МИ 1972-95 «Рекомендация. ГСИ. Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки поверочными установками на базе весов ОГВ или мерников».

Поверку средств измерений, входящих в состав ТПУ, проводят в соответствии с нормативными документами, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельству об утверждении типа на данные средства измерений. Поверку средства измерений, входящего в состав ТПУ допускается не проводить, если срок действия его свидетельства о поверке превышает интервал между поверками ТПУ.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

7.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке ТПУ в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Наносят знак поверки на свидетельство о поверке и свинцовые (пластмассовые) пломбы, установленные в соответствии с рисунками 2 и 3 описания типа на ТПУ.

7.3 В свидетельстве о поверке указывают:

- диапазон расхода ТПУ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;
- вместимость калиброванного участка,  $V_1, \text{м}^3$ ;
- среднеквадратическое отклонение случайной составляющей погрешности,  $S_j, \%$ ;
- доверительные границы случайной составляющей погрешности ТПУ,  $\epsilon_0, \%$ ;
- неисключенно систематическую погрешность,  $\theta_\Sigma, \%$ ;
- относительную погрешность,  $\delta, \%$ .

Метрологические характеристики ТПУ указываются при определении суммарной вместимости ТПУ (в обоих направлениях движения поршня). Также допускается указывать метрологические характеристики ТПУ для каждого направления поршня («вперед» и «назад») отдельно.

Метрологические характеристики ТПУ с двумя парами детекторов указывают отдельно для каждой пары.

7.4 В свидетельстве о поверке или в протоколе поверке указывают перечень свидетельств о поверке средств измерений, входящих в состав ТПУ.

7.5 При проведении поверки по методике поверки, указанной в пункте 6.3.3 производят оформление протокола поверки в соответствии с требованиями, указанными в данном документе.

7.6 При отрицательных результатах поверки ТПУ к эксплуатации не допускают, выдают «Извещение о непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».