

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 должна 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, м³, 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, м³;
 n – количество измерений на каждой точке расхода.

$$V_{ij} = \frac{M_{\text{ГЭТ } ij} \cdot K_{\text{тр } mij} \cdot K_{\text{Т } ij}}{\rho_{\text{ГЭТ } ij}} \quad (2)$$

где $M_{\text{ГЭТ}}$ – значение массы жидкости по показаниям ГЭТ с учетом выталкивающей силы, кг;
 $\rho_{\text{ГЭТ}}$ – плотность воды с учетом зависимости от температуры и давления жидкости в ТПУ, кг/м³;
 $K_{\text{Т } ij}$ – коэффициент, характеризующий разновременность срабатывания детекторов ТПУ и переключающего устройства ГЭТ;
 $K_{\text{тр } mij}$ – 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»)), м³.

$$K_{\text{Т } ij} = \frac{T_{\text{ТПУ } ij}}{T'_{ij}} \quad (3)$$

где $T_{\text{ТПУ}}$ – 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.

$$K_{\text{тр } mij} = 1 - 3 \cdot \alpha_{\text{T}} (t_{yij} - 20) - \frac{0,95}{E} \cdot \frac{D}{S} \cdot P_{yij} \quad (4)$$

где t_y – средняя температура в ТПУ за одно измерение, °С;
 α_{T} – коэффициент линейного расширения материала ТПУ, °С⁻¹;
 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.

$$t_{yij} = \frac{t_{\text{увх } ij} + t_{\text{увых } ij}}{2} \quad (5)$$

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

$$P_{yij} = \frac{P_{\text{увх } ij} + P_{\text{увых } ij}}{2} \quad (6)$$

где $P_{\text{увх}}$ – показания давления на входе ТПУ, МПа;
 $P_{\text{увых}}$ – 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 θ_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, м³.

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, %;
- Δ_t – систематическая составляющая погрешности при измерении температуры ТПУ (при отсутствии информации о значении данной величины применяется абсолютная погрешность термометров, применяемых для измерений), °С;
- Δ_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:

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

- где S_θ – среднеквадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности, %;
- ε_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_Σ – 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, м³.

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, θ_V , не превышает 0,0175%; отклонение вместимости ТПУ от значения предыдущей поверки Δ_V

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