ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИР»

по развитию

_____ А.С. Тайбинский

«31» _____ 2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ТРУБОПОРШНЕВЫЕ ПОВЕРОЧНЫЕ «ТПУ САПФИР-ВЕКТОР-150»

Методика поверки

МП 0609-1-2017

г. Казань

2017

Настоящая инструкция распространяется на установки трубопоршневые поверочные «ТПУ Сапфир-Вектор-150» (далее – ТПУ), предназначенные для измерений, хранения и передачи единиц объема и объемного расхода протекающей жидкости, и устанавливает методику и последовательность их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года для установок стационарного исполнения и 1 год для установок передвижного исполнения.

1 ОПЕРАЦИИ ПО ПОВЕРКЕ

При проведении поверки выполняют следующие операции:
– внешний осмотр (п.6.1);
– опробование (п.6.2);
– определение метрологических характеристик (п.6.3).

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При определении метрологических характеристик по п. 6.3.1 применяют вторичный эталон единицы объемного расхода и объема жидкости в соответствии с ГОСТ 8.142–2013 (далее – ЭР).

2.2 При определении метрологических характеристик по п. 6.3.2 применяются средства поверки, указанные в нормативном документе, приведенном в таблице 1.

2.3 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 утверждения 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 п. 6.3.1 необходимо выполнить 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», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ-01-93» и «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

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 в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90.

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

3.2 Перед началом проведения поверки ТПУ по методике поверки указанной в таблице 1 выполняют требования безопасности, указанные в данном документе.

3.3 Перед началом поверки средств измерений, входящих в состав ТПУ, необходимо выполнить требования безопасности в соответствии с методиками поверки, указанные в разделах

«Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждения типа на данные средства измерений.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки по п.6.1, п.6.2 и п.6.3.1 должны быть соблюдены следующие условия:

– измеряемая среда – вода с параметрами:	
температура, °С	(20 ± 5)
давление, МПа, не более	1
– температура окружающего воздуха, °С	(20 ± 5)
– относительная влажность, %	от 30 до 80
– атмосферное давление, кПа	от 84 до 107

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 утверждения типа на данные средства измерений.

4.3 При проведении поверки по методике поверки указанной в таблице 1 должны быть соблюдены условия поверки, указанные в данном документе.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

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

– проверяют выполнение условий разделов 2 – 4 настоящей инструкции;

– подготовка к работе ТПУ и средств поверки согласно их эксплуатационных документов;

– проверка герметичности фланцевых соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением.

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

5.3 При проведении подготовки к поверке по методике поверки указанной в таблице 1 должны быть соблюдены выполнены работы, указанные в данном документе.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие ТПУ следующим требованиям:

– комплектность, маркировка должны соответствовать технической документации;

– на ТПУ не должно быть внешних механических повреждений, влияющих на ее работоспособность.

6.2 Опробование

При опробовании определяют работоспособность установок в соответствии с эксплуатационными документами на ТПУ.

6.3 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик ТПУ проводится по п. 6.3.1 или п. 6.3.2.

6.3.1 Определение относительной погрешности ТПУ при измерении вместимости ТПУ при помощи ЭР

6.3.1.1 Перед проведением поверки ТПУ, которая находилась в эксплуатации, проверяют степень очистки ее внутренней поверхности от нефти. Чистоту внутренней поверхности ТПУ после промывки считают удовлетворительной, если в пробе воды, отобранной из ТПУ в стеклянный сосуд, отсутствуют следы нефти.

Производят подключение ТПУ к ЭР в соответствии с требованиями их эксплуатационных документов. Устройство переключение потока ЭР синхронизуется с сигналами детекторов ТПУ.

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.

Указанные операции 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. Точки расхода Q_1 и Q_2 находиться в пределах диапазона измерений ТПУ.

Среднее значение вместимости ТПУ в нормальных условиях, м^3, определяют по формуле:

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

где V_j – вместимость ТПУ на j-ой точке расхода приведенная к 20° С, м^3;

n – количество измерений на каждой точке расхода.

$$V_{ij} = \frac{M_{ЭР\,ij} \cdot K_{tpmij} \cdot K_{Tij}}{\rho_{ЭР\,ij}} \qquad (2)$$

где $M_{ЭР}$ – значение массы жидкости по показаниям ЭР с учетом выталкивающей силы, кг;

$\rho_{ЭР}$ – плотность воды с учетом зависимости от температуры и давления жидкости в ТПУ, кг/м^3;

K_{Tij} – коэффициент, характеризующий разновременность срабатывания детекторов ТПУ и переключающего устройства ЭР;

K_{tpmij} – среднее значение коэффициента, учитывающего влияние разности температуры в ТПУ и ЭР, 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 20°С, м^3.

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

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.

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

где t_y – средняя температура в ТПУ за одно измерение, °С;

$\alpha_т$ – коэффициент линейного расширения материала ТПУ, °С$^{-1}$;

P_{yij} – давление в ТПУ в момент измерений, МПа;

E – модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа;

Д – внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, мм;

S – толщина стенок ТПУ, мм.

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

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 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.

Определение погрешности ТПУ при определении вместимости

Определение неисключенной систематической погрешности (далее - НСП) вычисляют по формуле:

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

где $\theta_{ЭР}$ – неисключенная систематическая погрешности ЭР;

θ_t – систематическая составляющая погрешности при измерении температуры ТПУ (при отсутствии информации о значении данной величины применяется абсолютная погрешность термометров, применяемых для измерений).

Определение относительной погрешности ТПУ при определении вместимости определяется по формуле (9):

$$\begin{cases} \delta = k \cdot S_\Sigma \\ S_\Sigma = \sqrt{S_j^2 + S_\Theta^2} \\ k = \frac{\varepsilon_o + \theta_\Sigma}{S_j + S_\theta} \\ \varepsilon_o = t_{0.95} \cdot S_{jmax} \\ S_\theta = \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}} \end{cases} \quad (10)$$

где S_θ – среднеквадратическое отклонение НСП;

ε_o – доверительные границы случайной составляющей погрешности;

$t_{0.95}$ – коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности 0,95 и количества измерений находиться 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:

$$\Delta_V = \frac{V_1 - V_{опп}}{V_{опп}} \cdot 100\%$$

где $V_{опп}$ – значение вместимости ТПУ, полученная при предыдущей поверке, м^3.

ТПУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении вместимости калиброванного участка ±0,05% (1-го разряда) 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 Δv не превышает ±0,03%; относительная погрешность при измерении вместимости калиброванного участка ТПУ, относительная погрешность при определении вместимости ТПУ, Δ_o, не превышает ±0,05%.

ТПУ с пределами допускаемой относительной погрешности при измерении вместимости калиброванного участка ±0,1% (2-го разряда) считается прошедшей поверку, если: среднеквадратическое отклонение при измерении вместимости калиброванного участка ТПУ, S_j, не превышает 0,03%; 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 0,0315%; отклонение вместимости ТПУ от значения предыдущей поверки Δv не превышает ±0,054%; относительная погрешность при измерении вместимости калиброванного участка ТПУ, относительная погрешность при определении вместимости ТПУ, Δ_o, не превышает ±0,1%.

6.3.1.2 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 утверждения 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.

6.3.2 Определение метрологических характеристик ТПУ проводят в соответствии с одним из документов, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Шифр документа	Название документа
МИ 1972-95	«Рекомендация. ГСИ. Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки поверочными установками на базе весов ОГВ или мерников»
МИ 2974-2006	«ГСИ. Установки поверочные трубопоршневые 2-го разряда. Методика поверки трубопоршневой поверочной установкой 1-го разряда с компаратором»

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 утверждения 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 №1815 от 02 июля 2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Наносят знак поверки на свинцовые (пластмассовые) пломбы, установленные на проволоках, пропущенных через отверстия завернутых винтов крепления детекторов и фланцевых соединений калиброванного участка в соответствии с рисунками 2 и 3 описания типа на ТПУ.

7.3 В свидетельстве о поверке указывают:

– диапазон расхода, в котором поверена ТПУ, $м^3/ч$;

– вместимость калиброванного участка, $м^3$;

– СКО случайной составляющей погрешности, %;

– границы погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ, %;

– границы суммарной систематической составляющей погрешности, %;

– относительную погрешность, %.

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

7.5 При проведении поверки по методике поверки, указанной в п.6.3.2 производят оформление протокола поверки в соответствии с требованиями методики поверки, указанной в таблице 1.

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