

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

А.С. Гайбинский

«25» октября 2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений  
УСТАНОВКА ПОВЕРОЧНАЯ ТРУБОПОРШНЕВАЯ ДВУНАПРАВЛЕННАЯ  
Методика поверки  
МП 0707-9-2017

Начальник НИО-9

К.А. Левин

Тел. отдела: +7 (843) 272-41-60

г. Казань  
2017

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Левин К.А.

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая рекомендация распространяется на установку поверочную трубопоршневую двунаправленную (далее - ТПУ), заводской номер MDP-709, и устанавливает методику первичной и периодической проверок установкой поверочной на базе мерников металлических эталонных 1-го разряда (далее – поверочная установка) без остановки поршня ТПУ.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при поверке

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Опробование	6.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик (далее – МХ)	6.3	Да	Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки ТПУ применяют следующие средства поверки:

– Рабочий эталон единицы объема жидкости 1 разряда в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 февраля 2018 г. № 256 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости», с номинальной вместимостью 2,5 м<sup>3</sup>, пределы допускаемой основной относительной погрешности  $\pm 0,02$  %.

– Установка поверочная на базе мерников, пределы допускаемой основной относительной погрешности  $\pm 0,02$  %.

2.2 Метод определения вместимости ТПУ основан на том, что воду, вытесняемую из ТПУ при движении поршня от одного детектора до другого по калиброванному участку, направляют в мерники металлические эталонные 1-го разряда, входящие в состав поверочной установки, и измеряют ее объем прямым методом измерений. Воду из ТПУ направляют в мерники с помощью переключателя потока, входящего в состав поверочной установки и управляемого сигналами детекторов.

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

## 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, действующие в помещениях, где проводится поверка, и требования безопасности, установленные в руководстве по эксплуатации на поверочную установку и на ТПУ.

3.2 Поверку ТПУ должен выполнять поверитель, изучивший технологическую схему и принцип работы ТПУ и поверочной установки.

3.3 Использование элементов обвязки или шлангов, не прошедших гидравлическое испытание, запрещается.

3.4 Поверочная установка должна быть установлена в отапливаемом помещении.

3.5 Доступ к средствам измерений, датчикам и оборудованию при проведении поверки должен быть свободным.

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

3.7 Управление ТПУ и поверочной установкой, а также вспомогательным оборудованием, должно производиться лицами, прошедшими обучение и проверку знаний и допущенными к их обслуживанию.

3.8 При появлении течи воды, загазованности и других ситуаций, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверка должна быть незамедлительно прекращена до устранения причин, нарушающих нормальный ход поверочных работ.

## 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С:

для поверочной установки  $20 \pm 10$ ;  
для ТПУ и других средств поверки от минус 35 до 35.

Поверочная жидкость – вода питьевая по ГОСТ 2874-82 с температурой, °С  $25 \pm 10$ .

*Примечание:*

*Допускается использовать воду подземных и поверхностных источников, имеющую мутность не более 1500 мг/дм<sup>3</sup>.*

Давление на выходе ТПУ, МПа, не менее 0,1.

4.2. Изменение температуры воды в ТПУ не должно превышать 0,2 °С за время прохождения поршня в одном направлении от одного детектора до другого.

4.3. Поверку ТПУ (определение метрологических характеристик (в дальнейшем - МХ) и контроль отсутствия протечек производят при двух значениях расхода. Значение расхода при определении МХ -  $Q_{п1}$  должно не менее, чем в 1,5 раза превышать значение при контроле отсутствия протечек  $Q_{п2}$ .

Значения расходов при поверке ТПУ поверочной установкой с перекидным устройством без остановки поршня приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения расходов при поверке ТПУ

Поверочный расход, м <sup>3</sup> /ч	
$Q_{п1}$	$Q_{п2}$
$14 \pm 2$	$9 \pm 2$

Допускается отклонение расхода воды за период поверки ТПУ (без остановки поршня) на  $\pm 2,5\%$  от установленного значения.

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

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1. Перед проведением поверки должны быть проведены следующие подготовительные работы:

- проверка целостности труб и установленных на них приборов;
- проверка целостности электропроводки и кабелей;
- проверка целостности шланговых соединений;

- смазка оборудования в соответствии с рекомендациями изготовителей;
- проверка на скопление пыли или грязи на оборудовании, циферблатах приборов, соединительных коробках и т.д. (при обнаружении устранить);
- проверка наличия крышек и кожухов;
- проверка значения диаметра и состояние поверхности (степени износа), сферичность шарового поршня поверяемой ТПУ в соответствии с эксплуатационной документацией;
- проверка правильности монтажа и соединений ТПУ, поверочной установки и вспомогательного оборудования в соответствии с приложением 2 и эксплуатационной документацией на ТПУ и поверочную установку
- проверка герметичности ТПУ, соединительных трубопроводов и задвижек. Проверку производят внешним осмотром при выбранном значении поверочного расхода и давления 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;
- проверка в соответствии с эксплуатационной документацией герметичности четырехходового крана. Проверку четырехходового крана производят в двух положениях;
- проверка герметичности затвора задвижек, находящихся при проверке в закрытом положении, утечки воды 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;
- проверка герметичности сливных кранов мерников. Мерники заполняют водой и визуально проверяют отсутствие течи или падения капель через сливной кран;
- проверка отсутствия газа (воздуха) в ТПУ. Устанавливают через ТПУ поверочный расход воды и проверяют отсутствие газа (воздуха), открывая краны, расположенные в высших точках (а также пробки на детекторах при их наличии). Производят несколько раз пуск поршня ТПУ, проверяя после каждого пуска отсутствие газа (воздуха). Считают, что газ (воздух) удален полностью, если из кранов вытекает струя воды без газовых (воздушных) пузырьков;
- проверка наличия действующих свидетельств о проверке на все СИ, используемые при проверке.

5.2. Стабилизацию температуры воды в ТПУ контролируют следующим образом.

Температуру воды в ТПУ считают стабильной, если при установленном значении поверочного расхода за один проход поршня (в двунаправленных ТПУ - в обоих направлениях) или за одно заполнение мерника показания всех термометров, установленных на ТПУ, изменяются не более чем на 0,2 °С.

*Примечание:*

*Операции по проверке отсутствия газа (воздуха) и контроль стабилизации температуры воды 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 формуляре (паспорте);
- на ТПУ не должно быть механических повреждений и дефектов покрытий, ухудшающих внешний вид;
- надписи и обозначения должны быть четкими и соответствовать приведенным в формуляре (паспорте).

## 6.2. Опробование.

Опробование поверяемой ТПУ производят в комплекте со средствами поверки.

### 6.2.1. Опробование при поверке производят следующим образом:

Включают насос, заполняют систему водой, несколько раз производят пуск шарового поршня в прямом и обратном направлениях, одновременно выпуская воздух из ТПУ.

В процессе опробования необходимо смочить мерники. Для этого устанавливают расход воды и запускают поршень ТПУ. При проходе поршнем первого детектора должно сработать перекидное устройство поверочной установки и поверочная жидкость должна начать заполнять мерники. При проходе поршнем второго детектора должно сработать перекидное устройство поверочной установки и поверочная жидкость должна начать заполнять емкость-хранилище. После заполнения мерников их необходимо осушить путем открытия сливных кранов.

Закрытие сливных кранов произвести спустя 30 секунд после прекращения слива поверочной жидкости из мерников сплошной струей.

Для двунаправленной ТПУ описанные операции выполняют при движении поршня в обоих направлениях.

## 6.3. Определение метрологических характеристик.

Определяют вместимость ТПУ, приведенную к нормальным условиям (температуре 20 °С, давлению 101,3 кПа).

Так как ТПУ двунаправленная, определяют суммарную вместимость, соответствующую движениям шарового поршня «вперед» и «назад».

Так как ТПУ снабжена двумя парами детекторов, то вместимость определяют для каждой пары детекторов.

### 6.3.1 Порядок определения среднего значения вместимости ТПУ в нормальных условиях (при температуре 20 °С, давлению 101,3 кПа):

На блоке управления ТПУ установить переключатель направления движения шара в положение “forward” или “reverse” (в зависимости от места нахождения шара в ТПУ в данный момент).

Контролировать сетевой сигнал на тумблере. Все краны на входе в мерники должны быть открыты. Сливные краны мерников должны быть закрыты.

Во время прохождения шара ТПУ одного из детекторов происходит световое сигнализирование соответствующего индикатора детектора ТПУ на блоке управления ТПУ и срабатывание перекидного устройства поверочной установки с переброской потока воды на трубу для налива в мерники.

Когда польется вода с 3-го мерника (500 м<sup>3</sup>), необходимо медленно перекрыть задвижку до полного закрытия 3-го мерника. При этом контролировать перекидной кран, чтоб не было перелива.

Медленно перекрыть задвижку 2-ого мерника на 45 градусов, контролируя, чтоб не было перелива.

Дождаться заполнения 1-ого мерника до горлышка и полностью открыть кран 2-ого мерника и частично 3-ого мерника (на 20 градусов). При этом расход воды в 1-ый мерник должен снизиться.

При достижении в 1-ом мернике значения 0 на шкале, полностью перекрыть задвижку на мерник и, одновременно, открыть задвижку на 3-ем мернике на угол 45-70 градусов, контролируя перелив на перекидном кране.

Контролировать скорость наполнения 2-ого мерника и 3-ого мерника.

При достижении заполнения водой до горлышка во 2-ом мернике, полностью открыть задвижку в 3-ем мернике. Плавно перекрыть кран 2-ого мерника, контролируя скорость заполнения.

При достижении значения 0 на шкале 2-ого мерника перекрыть задвижку. При этом контролировать перекидной кран, чтоб не было перелива.

При световой сигнализации на табло соответствующего индикатора детектора ТПУ на блоке управления ТПУ, произойдет автоматическая перекидка перекидного устройства поверочной установки с переброской потока воды на трубу для слива в накопительную емкость.

Дождаться полного слива воды с трубы в мерник 3.

Открыть все задвижки на входе в мерники.

Замерить значения шкалы в мерниках, занести в протоколы.

После прохождения шаром ТПУ начального детектора и перед прохождением конечного детектора (в начале и конце хода шара в ТПУ) необходимо замерить значения температуры и давлений на ТПУ, занести в протокол.

Открыть краны слива из мерников. Замерить температуру воды при сливе из мерников, занести в протокол.

Дождаться полного слива воды из мерников. Закрытие сливных кранов произвести спустя 30 секунд после прекращения слива поверочной жидкости из мерников сплошной струей.

На блоке управления ТПУ установить переключатель направления движения шара в положение "forward" или "reverse" (в зависимости от места нахождения шара в ТПУ в данный момент).

На ТПУ перенаправить поток в обратном направлении.

Повторить все действия для обратного направления движения шара ТПУ.

6.3.2. Вместимость ТПУ в нормальных условиях  $\bar{V}_0$  (при температуре 20 °С, давлению 101,3 кПа), м<sup>3</sup>, определяют по формуле

$$\bar{V}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n}, \quad (1)$$

где  $V_{0i}$  - вместимости ТПУ в нормальных условиях (при температуре 20 °С, давлению 101,3 кПа) при  $i$ -том измерении;

$n$  - количество измерений при определении вместимости ТПУ (Проводят 7 измерений  $V_{0i}$ );

$$V_{0i} = V_i \cdot K_{\text{тпм}_i}, \quad (2)$$

где  $V_i$  - вместимость ТПУ при  $i$ -том измерении в условиях поверки, м<sup>3</sup>,

определяют по формуле

$$V_i = \sum_{j=1}^{r=2} \sum_{k=1}^{z=3} (V_{M_{jk}} + \Delta V_{M_{jk}}), \quad (3)$$

$j$  - номер заполнения мерника;

$r$  - количество заполнений мерника при  $i$ -том измерении (равно 2);

$k$  - номер мерника;

$z$  - количество мерников при  $i$ -том измерении (равно 3).

где  $V_{M_{jk}}$  - значения действительной вместимости при температуре 20 °С для  $k$ -го мерника металлического эталонного 1-го разряда, входящего в состав поверочной установки (берут из свидетельств о поверке мерников металлических эталонных 1-го разряда) при  $j$ -ом заполнении  $k$ -го мерника металлического эталонного 1-го разряда;

$\Delta V_{M_{jk}}$  - значения перелива/недолива при  $j$ -ом заполнении по шкале  $k$ -го мерника металлического эталонного 1-го разряда;

$K_{\text{тпм}_i}$  - значение коэффициента, учитывающего влияние разности температуры в ТПУ и мерниках, влияние температуры и давления воды на вместимость ТПУ, влияние давления в ТПУ на объем воды в ней и влияние температуры на объем мерников, при  $i$ -том измерении, определяют по формуле

$$K_{ipm_i} = 1 + \beta_{жс} \cdot (t_y - t_m) - 3\alpha_t \cdot (t_y - 20) + 3\alpha_M \cdot (t_m - 20) - \gamma_{жс} \cdot P_y - \frac{0,95}{E} \cdot \frac{D}{S} \cdot P_y, \quad (4)$$

где  $\beta_{жс}$  - коэффициент объемного расширения жидкости, принимают равным 0,00026 °C<sup>-1</sup>;

$t_y$  - средняя температура в ТПУ при  $i$ -ом измерении, °C, вычисляют по формуле

$$t_y = \frac{\sum_{j=1}^r t_{yBX_j} + \sum_{j=1}^r t_{yВЫX_j}}{2 \cdot r}, \quad (5)$$

где  $t_{yBX_j}, t_{yВЫX_j}$  показания термометров на входе и выходе ТПУ при  $j$ -том заполнении мерников, °C;

$r$  - количество заполнений мерника при  $i$ -том измерении (равно 2);

$t_m$  - значение средневзвешенной температуры воды в мерниках при  $i$ -том измерении, °C, определяют по формуле

$$t_m = \frac{\sum_{j=1}^{r=2} \sum_{k=1}^{z=3} (V_{M_{jk}} + \Delta V_{M_{jk}}) \cdot t_{M_{jk}}}{\sum_{j=1}^{r=2} \sum_{k=1}^{z=3} (V_{M_{jk}} + \Delta V_{M_{jk}})} \quad (6)$$

$t_{M_{jk}}$  - температура воды в мернике металлическом эталонном 1-го разряда при  $j$ -том заполнении  $k$ -го мерника металлического эталонного 1-го разряда, °C;

$\alpha_t$  - коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, принимают равным 0,00001116 °C<sup>-1</sup>;

$\alpha_M$  - коэффициент линейного расширения материала стенок мерников металлических эталонных 1-го разряда, принимают равным 0,0000167 °C<sup>-1</sup>;

$\gamma_{жс}$  - коэффициент сжимаемости жидкости, принимают равным 0,000491 МПа<sup>-1</sup>;

где  $P_y$  - среднее давление в ТПУ при  $i$ -ом измерении, МПа, вычисляют по формуле

$$P_y = \frac{\sum_{j=1}^r P_{yBX_j} + \sum_{j=1}^r P_{yВЫX_j}}{2 \cdot r}, \quad (7)$$

где  $P_{yBX_j}, P_{yВЫX_j}$  - показания манометров на входе и выходе ТПУ при  $j$ -том заполнении мерников, МПа;

$E$  - модуль упругости материала стенок ТПУ, принимают равным 206842,8 МПа;

$D$  - внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, принимают равным 574,6496 мм;

$S$  - толщина стенок ТПУ, принимают равным 17,4752 мм.

### 6.3.3 Определение среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности.

Среднее квадратическое отклонение (далее - СКО) случайной составляющей погрешности  $S_0(\Delta)$ , %, определяют по формуле

$$S_0(\Delta) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i} - \bar{V}_0)^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{\bar{V}_0}. \quad (8)$$

При положительном результате поверки должно соблюдаться условие

$$S_0(\Delta) \leq 0,015 \%. \quad (9)$$



Если указанное условие не соблюдается, то необходимо проанализировать значения  $V_{0i}$  в соответствии с Приложением 2.

Если какой-либо результат измерений будет исключен как аномальный, то вместо него проводят дополнительное измерение и определяют  $S_0(\Delta)$ .

Если аномальных результатов нет или после проведения дополнительного измерения не соблюдаются приведенные выше условия, то поверку прекращают. Анализируют полученные неудовлетворительные результаты поверки, устраняют причины их возникновения и проводят повторную поверку.

Если при проведении повторной поверки вновь получены неудовлетворительные результаты, то ТПУ отправляют в ремонт.

#### 6.3.4 Определение относительной погрешности ТПУ

Относительную погрешность ТПУ  $\Delta_0$ , %, определяют по формуле

$$\Delta_0 = 1.1 \cdot [\theta_{\Sigma 0} + t_{0,99} \cdot S_0(\bar{V}_0)], \quad (10)$$

где  $\theta_{\Sigma 0}$  - граница суммарной систематической составляющей погрешности ТПУ, %, определяют по формуле

$$\theta_{\Sigma 0} = K \cdot \sqrt{\theta_M^2 + \theta_t^2}, \quad (11)$$

где  $K$  - коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью, принимают равным 1,16;

$\theta_M$  - граница погрешности поверочной установки, %, берут из свидетельства о ее поверке;

$\theta_t$  - граница неисключенного остатка систематической погрешности, обусловленной погрешностью измерений температуры, %, вычисляют по формуле

$$\theta_t = \beta_{жс} \cdot \xi_t \cdot 100, \quad (12)$$

где  $\xi_t$  - погрешность измерения разности температур, °С, вычисляют по формуле

$$\xi_t = \sqrt{\xi_{t_x}^2 + \xi_{t_y}^2}, \quad (13)$$

где  $\xi_{t_x}^2, \xi_{t_y}^2$  - абсолютные погрешности термометров соответственно при измерении температуры в мернике и ТПУ, °С, берут из свидетельств об их поверке;

$t_{0,99}$  - квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99. Принимают равной 3,71;

$S_0(\bar{V}_0)$  - СКО среднего значения вместимости поверяемой ТПУ, %, определяют по формуле

$$S_0(\bar{V}_0) = \frac{S_0(\Delta)}{\sqrt{n}} \quad (14)$$

При положительном результате поверки должно соблюдаться условие

$$\Delta_0 \leq \Delta_0 = 0,05\% \quad (15)$$

Границу погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ  $\theta_{V_0}$ , %, определяют по формуле

$$\theta_{V_0} = S_0(\bar{V}_0) \cdot t_{0,99}. \quad (16)$$

### 6.3.5 Проверка отсутствия протечек

Устанавливают меньшее значение расхода  $Q_{П2}$ , выбранное для проверки отсутствия протечек в соответствии с пунктом 4.3, и производят 3 (три) измерения вместимости ТПУ. Определяют по формулам пункта 6.3.2 среднее значение вместимости ТПУ по произведенным измерениям -  $V_{0np}$  и относительное отклонение вместимости при различных расходах по формуле

$$\Delta_{np} = \frac{V_{0np} - \bar{V}_0}{\bar{V}_0} \cdot 100. \quad (17)$$

Должно соблюдаться условие  $\Delta_{np} \leq 0,35 \cdot \Delta_p$ , где  $\Delta_p$  - предел допускаемой относительной погрешности поверяемой ТПУ, %.

Если  $\Delta_{np} > 0$  и  $|\Delta_{np}| > 0,35 \cdot \Delta_p$ , это свидетельствует о наличии протечек и необходимости их устранения.

Если  $\Delta_{np} < 0$  и  $|\Delta_{np}| > 0,35 \cdot \Delta_p$ , это свидетельствует о том, что в измерениях допущены ошибки. Необходимо предварительно проанализировать возможные причины ошибок (неправильное измерение температуры, объема жидкости в мерниках и т.д.) и повторить измерения.

Если при выбранном значении расхода воды  $Q_{П2}$  поршень не входит в калиброванный участок, то допускается увеличить расход перед запуском поршня с доведением его до  $Q_{П2}$  до подхода поршня к первому детектору.

### 6.3.6 Проверка отклонения вместимости ТПУ от значения при предыдущей поверке

Относительное отклонение вместимости ТПУ от значения при предыдущей поверке  $\Delta_{00}$ , %, определяют по формуле

$$\Delta_{00} = \frac{\bar{V}_0 - V_{0mn}}{V_{0mn}} \cdot 100, \quad (18)$$

где  $V_{0mn}$  - вместимость ТПУ в нормальных условиях, полученная при предыдущей поверке, м<sup>3</sup>.

Должны соблюдаться условие  $\Delta_{00} \leq 0,6 \cdot \Delta_p$ .

*Примечания:*

1. Если перед поверкой производили ремонт калиброванного участка (независимо от типа детекторов), то  $\Delta_{00}$  не определяют.

2. При невыполнении условий  $\Delta_{00} \leq 0,6 \cdot \Delta_p$  анализируют полученные результаты поверки, устраняют причины их возникновения, проводят повторную поверку ТПУ. При получении отрицательных результатов поверки ТПУ отправляют в ремонт.

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

### 7.1 Результаты поверки оформляют протоколами (Приложение № 1).

При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленной формы.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают фактические значения метрологических характеристик:

- Диапазон расходов ТПУ, м<sup>3</sup>/ч
- Вместимость ТПУ в нормальных условиях (при температуре 20 °С, давлению 101,3 кПа)  $\bar{V}_0$ , м<sup>3</sup>
- Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности ТПУ  $S_0(\Delta)$ , %
- Границу погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ  $\theta_{V_0}$ , %
- Границу суммарной систематической составляющей погрешности ТПУ  $\theta_{\Sigma 0}$ , %
- Относительную погрешность ТПУ  $\Delta_0$ , %

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

7.3 Поверитель производит опломбирование детекторов ТПУ и фланцев, влияющих на вместимость ТПУ.

7.4 К свидетельству о поверке ТПУ прилагают перечень свидетельств о поверке средств измерений, входящих в состав ТПУ.

7.5 При отрицательных результатах поверки ТПУ признают непригодной к применению. При этом аннулируют свидетельство о предыдущей поверке, гасят клейма на детекторах и фланцах и выдают извещение о непригодности и изъятии из обращения и применения ТПУ, не подлежащей ремонту, или о проведении повторной поверки после ремонта.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**Обязательное**

**Протокол поверки ТПУ поверочной установкой на базе мерников**

**ПРОТОКОЛ № 1**

поверки ТПУ поверочной установкой на базе мерников

Тип ТПУ	_____ Daniel Measurement and Control Inc. _____	Температура воздуха возле мерников, °C	_____
Заводской номер	_____ MDP-709 _____	Температура воздуха возле ТПУ, °C	_____
Детекторы	_____	Поверочный расход, м <sup>3</sup> /ч :	_____ Q <sub>n1</sub> = _____
Место проведения поверки	_____		_____ Q <sub>n2</sub> = _____

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

$\beta_j$ , 1/°C	$\alpha_t$ , 1/°C	$\alpha_M$ , 1/°C	E, МПа	F, 1/МПа	D, мм	S, мм	t <sub>0,99</sub>	$\Theta_M$ , %
0.00026	1.116E-05	1.67E-05	206842.8	0.000491	574.6	17.4752	3.71	0.02

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

ТПУ				Пов. Жидкости	
D, мм	S, мм	$\alpha_t$ , 1/°C	E, МПа	$\beta_j$ , 1/°C	F, 1/МПа
574.6496	17.4752	1.116E-05	206842.8	0.00026	0.000491

Мерников					
№	серийный №	NIST Seal №	V <sub>M</sub> , дм <sup>3</sup>	$\alpha_M$ , 1/°C	$\Theta_M$ , %
1	16C92101			0.0000167	0.02
2	16C91100			0.0000167	0.02
3	16C93102			0.0000167	0.02

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

№ измер. - № заполнен.	Направление поршня	Мерник					ТПУ			
		№ мерника	Шкала, дм <sup>3</sup>	V <sub>ij</sub> , дм <sup>3</sup>	V <sub>ij</sub> , м <sup>3</sup>	t <sub>mi</sub> , °C	t <sub>yxj</sub> , °C	t <sub>vyxj</sub> , °C	P <sub>yxj</sub> , МПа	P <sub>vyxj</sub> , МПа

V <sub>i</sub> , дм <sup>3</sup>	V <sub>i</sub> , м <sup>3</sup>	t <sub>m</sub> , °C	t <sub>y</sub> , °C	P <sub>y</sub> , МПа	K <sub>трm</sub>	V <sub>0 20</sub> , м <sup>3</sup>

Номер измерения	Направление движения поршня	мерник		ТПУ		K <sub>трmi</sub>	V <sub>0 20</sub> , м <sup>3</sup>
		V <sub>i</sub> , м <sup>3</sup>	t <sub>0mi</sub> , °C	t <sub>yi</sub> , °C	P <sub>yi</sub> , МПа		
1	2	3	4	5	6	7	8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК


**ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ПРОТЕЧЕК**


**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

$V_{0.20.4-2-4}, \text{ м}^3$	$S_0 (\Delta), \%$	$\Theta_{v0}, \%$	$\Theta_{\Sigma 0}, \%$	$\Delta_0, \%$	$\Delta_{\text{ПР}}, \%$	$\Delta_{00}, \%$

Подпись лица, проводившего поверку \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дата:

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Обязательное

#### Методика анализа результатов измерений

Пусть получена выборка из "n" результатов измерений вместимости ТПУ:  $V_1, V_2 \dots V_n$ .

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, какие-то неучтенные факторы, 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:

По полученным результатам определяют среднее значение результата измерений в нормальных условиях  $\bar{V}_0$ , м<sup>3</sup>, (при температуре 20 °С, давлению 101,3 кПа) по формуле (1) а также СКО случайной составляющей погрешности  $S(\Delta)$ , м<sup>3</sup>, по формуле

$$S(\Delta) = \frac{S_0(\Delta) \cdot \bar{V}_0}{100}. \quad (\text{П.1})$$

Для наиболее выделяющихся значений ( $V_{0i}^{\max}$  и  $V_{0i}^{\min}$ ) определяют соотношение

$$u = \frac{V_{0i}^{\max} - \bar{V}_0}{S(\Delta)}, \quad (\text{П.2})$$

или

$$u = \frac{\bar{V}_0 - V_{0i}^{\min}}{S(\Delta)}. \quad (\text{П.3})$$

Сравнивают значения "u" с величиной "h". Если  $u > h = 1,94$ , то подозреваемый результат должен быть исключен из выборки как аномальный, в противном случае результат не исключают.

Допускается не более одного аномального результата из семи измерений.