

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

02 сентября 2017 г.


Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ ТРУБОПОРШНЕВЫЕ ДВУНАПРАВЛЕННЫЕ

Методика поверки

МП 0625-14-2017

Начальник НИО-14 ФГУП «ВНИИР»

 Р.Н. Груздев

Тел.: (843) 299-72-00

г. Казань
2017

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛИ

Груздев Р.Н., Черепанов М.В.

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая методика поверки распространяется на установки поверочные трубопоршневые двунаправленные 1-го и 2-го разрядов (далее – ТПУ), передвижного и стационарного исполнения, предназначенные для воспроизведения, хранения и передачи единицы объема протекающей жидкости, и устанавливает объем, порядок и методику проведения первичной (перед вводом в эксплуатацию и после ремонта) и периодической (при эксплуатации) поверок ТПУ.

Интервал между поверками ТПУ:

- для стационарного исполнения – 24 месяца;
- для передвижного исполнения – 12 месяцев.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Обязательность проведения операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Опробование	6.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	6.3	Да	Да
- вместимость калиброванного участка ТПУ	6.3.1 – 6.3.4	Да	Да
- среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности (далее - СКО)	6.3.5	Да	Да
- граница суммарной систематической составляющей погрешности	6.3.6	Да	Да
- относительная погрешность ТПУ	6.3.7	Да	Да
Проверка отсутствия протечек в ТПУ	6.3.8	Да	Да
Определение значения относительного отклонения вместимости калиброванного участка ТПУ от значения вместимости, полученного при предыдущей поверке	6.3.9	Нет	Да

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки ТПУ в зависимости от используемого метода определения вместимости применяют различные средства поверки.

Метод определения вместимости ТПУ основан на том, что поверочную жидкость, вытесняемую из ТПУ при движении поршня по калиброванному участку от одного детектора до

другого, направляют в специальную накопительную емкость и измеряют ее объем. Объем поверочной жидкости измеряют, сливая ее из накопительной емкости, косвенным методом (с помощью весов и средства измерений плотности) или прямым методом (мерником).

Объем поверочной жидкости можно измерить без накопительной емкости, непосредственно направляя поток жидкости в мерник или весы, без остановки поршня. Применяемые при различных методах поверки средства поверки и вспомогательное оборудование приведены в таблице 2, причем в графе 3 указаны номера, условно присвоенные методикам поверки ТПУ:

№ 1 - с применением весов и накопительной емкости (п.6.3.1);

№ 2 - с применением мерника и накопительной емкости (п.6.3.2);

№ 3 - с применением весов без накопительной емкости (п.6.3.3);

№ 4 - с применением мерника без накопительной емкости (п.6.3.4).

Таблица 2

Средство проверки	Нормативно-технический документ или технические характеристики	Номер применяемой методики	Примечание
Весы специальные ВСПМ (далее - весы)	Пределы допускаемой относительной погрешности в точке взвешивания $\pm 0,01$ %	1, 3	
Рабочий эталон 1-го разряда* (далее - мерник)	Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,02$ %	2, 4	Вместимость подбирают в процессе поверки ТПУ в зависимости от вместимости калиброванного участка ТПУ
Перекидное устройство	Пропускная способность до 100 м ³ /ч	1, 2	
Электромагнитный клапан	Пропускная способность до 60 м ³ /ч; Пропускная способность до 24 м ³ /ч	1, 2 3, 4	
Набор эталонных ареометров	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ кг/м ³	1, 3	
Показывающее средство измерений температуры (датчик температуры, термометр)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	1, 3, 2, 4	Используют средства измерений температуры, входящие в состав ТПУ или мерника, в том числе, имеющие аналогичные характеристики
Показывающее средство измерений избыточного давления (датчик давления, манометр)	Пределы допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,5$ % (класс точности 0,6)	1, 2, 3, 4	Используют средства измерений избыточного давления, входящие в комплект ТПУ

Продолжение таблицы 2

Средства проверки	Нормативно-технический документ или технические характеристики	Номер применяемой методики	Примечание
Средство измерений расхода (далее - расходомер)	Применяют любой тип преобразователя расхода в комплекте с частотомером или вторичным прибором с индикацией расхода	1, 2, 3, 4	Допускается определять расход жидкости по вместимости ТПУ и времени прохождения поршня расчетным путем $Q = \frac{V_0 \cdot 3600}{T_i}$
Средство измерений температуры и относительной влажности воздуха	Диапазон измерений влажности от 0 до 98 % с пределами абсолютной погрешности $\pm 2,0$ %. Диапазон измерений температуры от 0 до 100°C с пределами абсолютной погрешности $\pm 1^\circ\text{C}$	1, 2, 3, 4	
Средство измерений атмосферного давления	Передел измерений от 600 до 810 мм рт. ст., пределы абсолютной погрешности ± 1 мм рт. ст.	1, 2, 3, 4	
Емкость-хранилище, насос, соединительные трубопроводы и арматура	Вместимость емкости-хранилища должна не менее чем в (2,2 - 2,5) раза превышать максимальную вместимость калиброванного участка поверяемой ТПУ	1, 2, 3, 4	Должны быть предусмотрены меры против всасывания воздуха в насос при самом низком уровне поверочной жидкости в емкости-хранилище
Накопительная емкость	Вместимость емкости должна не менее чем в 1,2 раза превышать вместимость калиброванного участка поверяемой ТПУ	1, 2	Используется при проверке ТПУ вместимостью свыше 1,0 м ³
Колбы 1-го класса, цилиндры	ГОСТ 1770 -74 «Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия»	1, 3	Вместимость и количество подбирают в процессе поверки
Кран регулирующий	Используют краны различных типов	3, 4	

Окончание таблицы 2

Средства проверки	Нормативно-технический документ или технические характеристики	Номер применяемой методики	Примечание
Средство измерений времени (секундомер)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 1 с	1, 2, 3, 4	
В соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 (часть 3).			

2.2 Средства поверки должны быть утвержденного типа или аттестованы в качестве эталонов, иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

2.3 Допускается применять другие аналогичные по назначению средства поверки утвержденных типов или аттестованные в качестве эталонов с метрологическими характеристиками, не уступающими указанным в таблице 2.

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, настоящий документ и прошедших инструктаж по технике безопасности.

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- поверочная жидкость вода питьевая по ГОСТ Р 51232-98
«Вода питьевая. Общие требования
к организации и методам контроля качества»;
- температура поверочной жидкости, °С 20±10;
- температура окружающего воздуха, °С:
 - для весов (мерника) 20±10;
 - для ТПУ и других средств поверки 20±15;
- 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.

4.2 Значение поверочного расхода, при котором определяют метрологические характеристики (далее – МХ) ТПУ, Q_1 , м³/ч, и значение расхода, при котором выполняют контроль отсутствия протечек, Q_2 , м³/ч, принимают, исходя из следующих условий:

- значения расхода Q_1 и Q_2 устанавливают в диапазоне, в котором нормируются МХ ТПУ, если позволяет пропускная способность средств поверки. В противном случае допускается выбирать одно или оба значения расхода меньше нижнего предела диапазона расхода ТПУ, приведенного в эксплуатационной документации;

- значение расхода Q_1 должно не менее, чем в 1,5-2 раза превышать значение Q_2 .

Рекомендуемое значение расхода при поверке ТПУ методом № 1 (с применением весов (мерника), накопительной емкости и переключателя потока с пропускной способностью, не превышающей 100 м³/ч) приведены в таблице 3.

Таблица 3

Пропускная способность ТПУ, м ³ /ч	Расход, м ³ /ч	
	Q ₁	Q ₂
1	2	3
100	20 – 100	10 – 50
500 и выше	100	50

Рекомендуемое значение расхода поверочной жидкости при поверке ТПУ одним из методов № 2 (с накопительной емкостью), №№ 3, 4 (без применения накопительной емкости) приведены в таблице 4.

Таблица 4

Условный диаметр труб калиброванного участка, мм	$Q_1, \text{м}^3/\text{ч}$	$Q_2, \text{м}^3/\text{ч}$
1	3	4
200	6 – 40	3 – 20
250	8 – 40	4 – 20
300	10 – 40	5 – 20
400	12 – 40	6 – 20
500	14 – 44	7 – 22
600	16 – 50	8 – 25
750	18 – 60	9 – 30
900	20 – 60	10 – 30

Примечание – Значения расхода могут отличаться от значений, указанных в данной таблице. Расход при поверке ТПУ должен обеспечить равномерное движение шарового поршня по калиброванному участку.

4.3 Допускается отклонение расхода поверочной жидкости за период поверки ТПУ на $\pm 2,5\%$ от установленного значения.

4.4 Средства измерений температуры и давления, входящие в состав ТПУ, должны быть поверены. Если после их предыдущей поверки прошло более половины интервала между поверками то перед поверкой ТПУ проводят их поверку.

4.5 Перед проведением поверки ТПУ, которая находилась в эксплуатации, проверяют степень очистки ее внутренней поверхности от измеряемой среды при эксплуатации. Чистоту внутренней поверхности ТПУ после промывки считают удовлетворительной, если в пробе поверочной жидкости, отобранной из ТПУ в стеклянный сосуд, отсутствуют следы измеряемой среды.

5 Подготовка к поверке

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

Перед проведением поверки ТПУ должны быть проведены следующие подготовительные работы.

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

Проверяют значение диаметра и состояние поверхности (степени износа) шарового поршня ТПУ в соответствии с эксплуатационной документацией.

Выполняют монтаж технологической схемы поверки в соответствии с приложением Е в зависимости от используемого метода поверки. Допускается вносить изменения в схему с учетом особенностей подключения средств поверки. Монтаж проводят в строгом соответствии с требованиями эксплуатационной документации на ТПУ, средства поверки и вспомогательного оборудования.

Проверяют герметичность 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 поверочной жидкости через фланцевые, резьбовые и сварные соединения и сальники.

Проверяют в соответствии с эксплуатационной документацией герметичность четырехходового крана ТПУ. Проверку четырехходового крана производят в двух положениях.

Проверяют герметичность затвора задвижек, находящихся при поверке в закрытом положении, утечки поверочной жидкости через которые могут повлиять на результаты измерений (см. приложение Е). В случае отсутствия контроля или невозможности обеспечения герметичности указанных задвижек они должны быть заглушены путем установки заглушек во фланцевые соединения.

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.

Проверяют герметичность сливного крана и смачивают бак весов (мерник) следующим образом: бак весов (мерник) заполняют поверочной жидкостью и выдерживают в течение 5 мин, визуально проверяют отсутствие течи или падения капель через сливной кран.

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.

5.2 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 двунаправленных ТПУ - в обоих направлениях) или за одно заполнение мерника показания всех средств измерений температуры, установленных на 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.

6.2.1 Опробование при использовании методов поверки ТПУ № 1 или № 2 (с применением весов (мерника) и накопительной емкости) производят следующим образом (см. рисунок Е.1, приложение Е).

Закрывают задвижку 31. Открывают задвижки 33, 34 и сливные краны КС1 и КС2. Перекидное устройство переключают в положение «пролет». Для варианта 2 дополнительно открывают электромагнитный клапан К2 и закрывают электромагнитный клапан К1.

Запускают насос 14, заполняют систему поверочной жидкостью, несколько раз производят пуск шарового поршня, одновременно выпуская воздух из ТПУ.

При прохождении поршнем первого по ходу детектора Д1(Д2) на частотомере Ч1, должен начаться отсчет времени движения поршня T_1 , перекидное устройство 9 должно переключиться в положение «измерение» и при пересечении струи рассекателем на частотомере Ч2 должен начаться отсчет интервала времени между импульсами выходного сигнала датчика положения перекидного устройства 9 при переключении его в положение «измерение» и «пролет» - T_1' . При прохождении поршнем второго детектора Д3 (Д4) должен остановиться отсчет времени на частотомере Ч1, перекидное устройство 9 должно переключиться в положение «пролет» и должен остановиться отсчет времени на частотомере Ч2.

Если для переключения потока поверочной жидкости используют электромагнитные клапаны (вариант 2), то по сигналу первого детектора Д1 (Д2) одновременно должны открыться клапан К1 и закрыться клапан К2. После переключения должна отсутствовать течь или падение капель через клапан К2. По сигналу второго детектора Д3 (Д4) должен закрыться клапан К1 и открыться клапан К2.

Если ТПУ двунаправленная, производят описанные операции и при движении поршня в обратном направлении от детектора Д3(Д4) до детектора Д1(Д2), установив переключатель «П», используя блок управления БУ, в положение «назад».

6.2.2 Опробование при использовании методов поверки ТПУ № 3 или № 4 (с применением весов (мерника) без накопительной емкости) производят следующим образом (см. рисунок Е.2, приложение Е).

Проверяют вручную с блока управления работоспособность клапана КЭ, несколько раз закрыв и открыв его.

Открывают задвижки З1, З2, краны К1 и К2.

Закрывают краны КР1, КР2, КС (для варианта 2 дополнительно К3).

Включают насос 7, заполняют систему поверочной жидкостью, несколько раз производят пуск шарового поршня, одновременно выпуская воздух из ТПУ.

Открывают краны КР1, КР2, КС (для варианта 2 дополнительно К3) и смачивают бак весов (мерник) 4 (для варианта 2 мерник 10). Закрывают краны К2 и КР1, устанавливают расход поверочной жидкости и запускают поршень ТПУ.

При подходе поршня к первому детектору Д1 клапан КЭ должен закрыться. При срабатывании детектора Д1 открывается клапан КЭ и кран КР1. Поршень ТПУ прогоняют по калиброванному участку. При подходе поршня ко второму детектору Д2 закрывают кран КР1. При срабатывании детектора Д2 клапан КЭ должен закрыться. Открывают кран К2.

Для двунаправленной ТПУ описанные операции выполняют при движении поршня в обоих направлениях (Д1-Д3-Д1).

В случае применения в качестве средства поверки мерника выполняют стабилизацию температуры поверочной жидкости путем циркуляции поверочной жидкости через емкость-хранилище 6, ТПУ и мерник при открытых кранах КР1, КР2, КС (в случае варианта 2 дополнительно К3) и закрытом кране К2. Приоткрывая или прикрывая кран КС регулируют уровень поверочной жидкости в мернике, контролируя чтобы он находился на уровне отметки, соответствующей номинальной вместимости мерника. Температуру поверочной жидкости считают стабильной, если ее изменение за время прохода поршня от детектора Д1 до детектора Д2 (для двунаправленной ТПУ от детектора Д1 до Д3 и обратно до Д1) не превышает 0,2 °С.

6.3 Определение метрологических характеристик

Определение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление, равное нулю), V_0 , м³.

Для двунаправленных ТПУ определяют суммарную вместимость калиброванного участка (Д1-Д3-Д1 или Д2-Д4-Д2), соответствующую движениям поршня «вперед» и «назад».

Примечание - Для двунаправленных ТПУ допускается определять вместимость калиброванного участка отдельно для каждого направления движения поршня «вперед» (Д1-Д3, Д2-Д4) и «назад» (Д3-Д1, Д4-Д2).

Для ТПУ, снабженных двумя парами детекторов, вместимость калиброванного участка определяют для каждой пары детекторов. Допускается определять вместимость калиброванного участка ТПУ только одной пары детекторов той, которая используется при эксплуатации.

6.3.1 Определение вместимости калиброванного участка ТПУ методом № 1 (с применением весов и накопительной емкости)

Вместимость калиброванного участка ТПУ определяют в следующей последовательности (см. рисунок Е.1, приложение Е).

При помощи регулятора 4 и расходомера 15 устанавливают выбранное в соответствии с 4.2 настоящей методики поверки значение расхода поверочной жидкости. При этом переключатель потока должен быть переведен в положение «пролет».

Устанавливают нулевое показание весов 12.

Производят пуск поршня ТПУ 1. При прохождении поршня через детектор Д1(Д2) перекидное устройство 9 переводится в положение «измерение» (для варианта 2, через открывшийся клапан К1). Поток поверочной жидкости направляется в накопительную емкость 11. При прохождении поршня через детектор Д3 (Д4) перекидное устройство 9 переводится в положение «пролет» (для варианта 2 через открывшийся после клапан К2 в емкость хранилище 13).

Примечание - Если измерения производят после длительного перерыва (не менее 1 ч), то перед взвешиванием бака весов и пуском поршня накопительную емкость предварительно смачивают. Для этого наливают в емкость поверочную жидкость в количестве, равном или превышающим вместимость калиброванного участка ТПУ, сливают поверочную жидкость и выдерживают емкость в течение 2 мин.

Фиксируют значения температуры поверочной жидкости и давления на входе и выходе ТПУ (в начале и конце движения поршня по калиброванному участку), время прохождения поршня между детекторами (Д1 (Д2), Д3 (Д4)) и интервал времени между импульсами выходного сигнала датчика положения 6 (для варианта 1) перекидного устройства 9 при переключении его в положение «измерение» и «пролет».

Температуру поверочной жидкости и давление в ТПУ принимают равной среднему значению измерений при движении поршня от детектора до детектора в прямом и обратном направлениях. Разность температуры поверочной жидкости в начале и конце измерения не должна превышать 0,2 °С.

Заполняют бак весов 12 поверочной жидкостью из накопительной емкости 11. В бак весов 12 наливают порцию поверочной жидкости массой, не превышающей наибольший предел взвешивания весов.

После полного слива поверочной жидкости из сливной трубы накопительной емкости 11 проверяют герметичность сливного клапана КС1 бака весов 12 и взвешивают бак весов 12 с поверочной жидкостью.

Измеряют плотность и температуру поверочной жидкости в баке весов 12. Для этого после взвешивания из бака весов 12 отбирают пробу стеклянным цилиндром, предназначенным

для измерения плотности. Для этого цилиндр погружают в поверочную жидкость до заполнения, выдерживают в поверочной жидкости в течение 3 мин и вынимают. Медленно и осторожно погружают (вертикально) в цилиндр с поверочной жидкостью чистый сухой ареометр так, чтобы он не задевал его стенок.

Погруженный в поверочную жидкость ареометр должен плавать вертикально и свободно, не соприкасаясь со стенками цилиндра. Ареометр следует выдержать в поверочной жидкости 3 мин для выравнивания их температуры. После полного успокоения ареометра снимают показания по шкале. Показание ареометра отсчитывают на линии пересечения стержня нижним краем мениска поверочной жидкости.

Для этого необходимо смотреть на поверхность поверочной жидкости снизу вверх так, чтобы основание мениска имело форму вытянутого эллипса, а затем поднимать голову до тех пор, пока эллипс, постепенно суживаясь, не обратится в четкую прямую линию, пересекающую шкалу. При измерении плотности одновременно определяют температуру поверочной жидкости термометром с ценой деления шкалы 0,1 °С. В случае если диаметр цилиндра мал и не допускает совместного погружения ареометра и термометра, температуру поверочной жидкости измеряют до и после погружения ареометра, принимая в расчет среднее из двух показаний термометра. После применения ареометр и термометр необходимо тщательно промыть, насухо протереть чистой ветошью и уложить в футляры. Таким же образом промывают цилиндр.

Показания ареометра корректируют по температуре расширения стекла, из которого изготовлен ареометр согласно формуле (3) таблицы 5.

Значения температуры и плотности поверочной жидкости фиксируют в протоколе поверки (приложение Б).

Открыв сливной кран КС2 сливают поверочную жидкость из бака весов 12. После полного прекращения истечения поверочной жидкости из бака весов 12 через сливной патрубок, закрывают сливной кран КС2 и устанавливают весы на ноль.

Производят операции по заполнению бака весов 12 поверочной жидкостью, измерению плотности и температуры, наливая в бак весов 12 последующие порции поверочной жидкости, до полного опорожнения накопительной емкости 11. После слива последней порции поверочной жидкости делают выдержку не менее 3 мин (до прекращения падения капель поверочной жидкости в бак весов 12) и закрывают сливной кран КС1 накопительной емкости 11.

Для сокращения времени измерений допускается первую порцию поверочной жидкости наливать в бак весов 12, в процессе наполнения накопительной емкости 11 через открытый кран КС1.

При взвешивании бака весов 12 осуществляют контроль герметичности крана КС1 на сливной трубе накопительной емкости 11.

Для двунаправленной ТПУ операции в указанной выше последовательности производят также при обратном направлении движения поршня, установив переключатель «П» в положение «назад». Если вместимости накопительной емкости достаточно, допускается определять сразу суммарную вместимость калиброванного участка ТПУ (Д1-Д3-Д1 или Д2-Д4-Д2) следующим образом:

- после прохождения поршня в «прямом» направлении (Д1-Д3 или Д2-Д4), не сливая поверочную жидкость из накопительной емкости 11, переключатель «П» установить в положение «назад» и переключить четырехходовой кран ТПУ;

- после прохождения поршня в обратном направлении (Д3-Д1 или Д4-Д2) определяют объем поверочной жидкости в накопительной емкости 11 в указанной выше последовательности.

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, избыточное давление, равное нулю) по формуле 1 таблицы 5.

Таблица 5

Номер формулы	Формула
1	$V_0 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n}, (V_{0пр} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0прi}}{n})$
2	$V_{0i} = V_i \cdot k_{трvi}, (V_{0прi} = V_i \cdot k_{трvi})$
3	$\rho_{ij} = \rho_{ijAP} \cdot K_{15(20)} \text{ (для методов 1, 3)}$
4	$K_{15} = 1 - 0,000023 \cdot (t_{ij} - 15) - 0,00000002 \cdot (t_{ij} - 15)^2$ $K_{20} = 1 - 0,000025 \cdot (t_{ij} - 20)$
5	$V_i = 1,00105 \cdot k_B \cdot k_T \cdot \sum_{j=1}^n \frac{m_{ij}}{\rho_{ij}}$
6	$k_{трvi} = 1 + \beta_{ж} \cdot (t_{yi} - t_{oi}) - 3 \cdot \alpha_T \cdot (t_{yi} - 20) - F \cdot P_{yi} - \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot S} \cdot P_{yi}$
7	$t_{yi} = \frac{t_{вxi} + t_{выxi}}{2}, P_{yi} = \frac{P_{вxi} + P_{выxi}}{2}$
8	$t_{oi} = \frac{\sum_{j=1}^r \frac{m_{ij}}{\rho_{ij}} \cdot t_{ij}}{\sum_{j=1}^r \frac{m_{ij}}{\rho_{ij}}}$
9	$k_T = \frac{T_i}{T'_i}$
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> Для двунаправленных ТПУ $V_i = V_{i(1-3)} + V_{i(3-1)}$ или $V_i = V_{i(2-4)} + V_{i(4-2)}$ Значения $\beta_{ж}, \alpha_T, F, E$ приведены в Приложении Г. Значения D и S берут из эксплуатационной документации ТПУ. Выбор коэффициента K_{15} (K_{20}) зависит от температуры при которой проводилась градуировка ареометра (15 °С или 20°С). Для варианта 2 коэффициент k_T принимают равным 1. 	

6.3.2 Определение вместимости калиброванного участка ТПУ методом № 2 (с применением мерника и накопительной емкости).

Вместимость калиброванного участка ТПУ определяют в следующей последовательности (см. рисунок Е.1, приложение Е).

Выбирают вместимость мерника, исходя из вместимости поверяемой ТПУ. Если мерник имеет шкалу на горловине, то предварительно определяют объем поверочной жидкости

(порция), который нужно наливать, чтобы при всех измерениях уровень поверочной жидкости находился в пределах шкалы.

При помощи регулятора 4 и расходомера 15 устанавливают выбранное в соответствии с 4.2 настоящей методики поверки значение расхода поверочной жидкости. При этом переключатель потока должен быть переведен в положение «пролет».

Производят пуск поршня ТПУ 1. При прохождении поршня через детектор Д1(Д2) перекидное устройство 9 переводится в положение «измерение» (для варианта, 2 через открывшийся клапан К1) направляет поток поверочной жидкости в накопительную емкость 11. При прохождении поршня через детектор Д3 (Д4) перекидное устройство 9 переводится в положение «пролет» (для варианта 2 через открывшийся клапан К2 в емкость хранилище 13).

Примечание - Если измерения производят после длительного перерыва (не менее 1 ч), то перед пуском поршня накопительную емкость предварительно смачивают. Для этого наливают в емкость поверочную жидкость в количестве, равном или превышающим вместимость калиброванного участка ТПУ, сливают поверочную жидкость и выдерживают емкость в течение 2 мин.

Фиксируют значения температуры поверочной жидкости и давления на входе и выходе ТПУ (в начале и конце движения поршня по калиброванному участку), время прохождения поршня между детекторами (Д1 (Д2), Д3 (Д4)) и интервал времени между импульсами выходного сигнала датчика положения 6 (для варианта 1) перекидного устройства 9 при переключении его в положение «измерение» и «пролет».

Температуру поверочной жидкости и давление в ТПУ принимают равной среднему значению двух измерений при переключении перекидного устройства 9 в «измерение» и на «пролет». Разность температуры поверочной жидкости в начале и конце одного измерения не должна превышать 0,2 °С.

Наливают в мерник 12 из накопительной емкости 11 определенный ранее объем поверочной жидкости. Если мерник 12 не имеет шкалы, то его заполняют до отметки номинальной вместимости.

Выдерживают заполненный мерник 30 с, проверяют герметичность сливного крана КС2 и определяют объем поверочной жидкости в мернике (по шкале или отметке номинальной вместимости) и ее температуру. Если уровень поверочной жидкости в мернике окажется выше отметки номинальной вместимости, то допускается слить излишек поверочной жидкости, измерить ее объем (мерником 1-го разряда меньшей вместимости, колбой 1-го класса, цилиндром) и прибавить его к номинальной вместимости мерника, или вылить излишек обратно в накопительную емкость.

Открывают кран КС2 и сливают поверочную жидкость из мерника 4.

При помощи термометра, который погружают в струю поверочной жидкости при опорожнении мерника, измеряют температуру поверочной жидкости.

Примечание – При отсутствии возможности измерить температуру поверочной жидкости в мернике при сливе, допускается измерять температуру поверочной жидкости путем погружения в мерник термометра. Термометр выдерживается в поверочной жидкости не менее 30 с, после чего извлекается из мерника и производится фиксирование показания температуры.

Выдержав 1 мин после стекания поверочной жидкости из мерника 4, закрывают кран КС2.

Значения температуры и объема поверочной жидкости в мернике фиксируют в протоколе (приложение Б).

Производят описанные операции до полного опорожнения накопительной емкости 11. После слива последней порции поверочной жидкости из накопительной емкости 11 выдерживают кран КС1 в открытом положении 2 мин и закрывают его. Если уровень поверочной жидкости при последнем заполнении мерника окажется ниже отметки номинальной вместимости, то ее объем определяют мерником 1-го разряда меньшей вместимости, колбой 1-го класса или цилиндром, сливая поверочную жидкость из мерника или доливая его до отметки номинальной вместимости. Полученный объем долитой поверочной жидкости отнимают от значения номинальной вместимости мерника.

При проверке двунаправленных ТПУ операции по 6.3.2 производят и при обратном направлении движения поршня (Д3-Д1 или Д4-Д2).

Если вместимость накопительной емкости 11 достаточна, допускается определять сразу суммарную вместимость калиброванного участка ТПУ (Д1-Д3-Д1 или Д2-Д4-Д2) следующим образом:

- после прохождения поршня в «прямом» направлении (Д1-Д3 или Д2-Д4), не сливая поверочную жидкость из накопительной емкости 11, переключатель «П» установить в положение «назад» и переключить четырехходовой кран ТПУ;

- после прохождения поршня в обратном направлении (Д3-Д1 или Д4-Д2) определить объем поверочной жидкости в накопительной емкости 11 в указанной выше последовательности.

Операции измерений, описанные в 6.3.2, производят не менее **семи раз**.

Определяют среднее значение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление, равное нулю) по формуле 1 таблицы 6.

Таблица 6

Номер формулы	Формулы
1	$V_0 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n}, (V_{0пр} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0при}}{n})$
2	$V_{0i} = V_i \cdot k_{трmi}, (V_{0при} = V_i \cdot k_{трmi})$
3	$V_i = k_T \sum_{j=1}^r V_{ij} \quad j=1...r$
4	$k_{трmi} = 1 + \beta_{жс} \cdot (t_{yi} - t_{omi}) - 3 \cdot \alpha_T \cdot (t_{yi} - 20) + 3 \cdot \alpha_M \cdot (t_{omi} - 20) - F \cdot P_{yi} - \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot S} \cdot P_{yi}$
5	$t_{yi} = \frac{t_{вхi} + t_{выхi}}{2}, P_{yi} = \frac{P_{вхi} + P_{выхi}}{2}$
6	$t_{0mi} = \frac{\sum_{j=1}^r V_{ij} \cdot t_{ij}}{\sum_{j=1}^r V_{ij}}$

Окончание таблицы 6

Номер формулы	Формулы
7	$k_T = \frac{T_i}{T_i'}$
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Для двунаправленных ТПУ $V_i = V_{i(1-3)} + V_{i(3-1)}$ или $V_i = V_{i(2-4)} + V_{i(4-2)}$ 2. Значения $\beta_x, \alpha_T, \alpha_M, F, E$ приведены в приложении Г. 3. Значения D и S берут из эксплуатационной документации ТПУ. 4. Для варианта 2 коэффициент K_T принимают равным 1. 	

6.3.3 Определение вместимости калиброванного участка ТПУ методом № 3 (с применением весов без накопительной емкости)

Вместимость калиброванного участка ТПУ определяют в следующей последовательности (см. вариант 1, Е.2, приложение Е).

При помощи насоса 7 и расходомера 9 устанавливают выбранное в соответствии с 4.2 настоящей методики поверки значение расхода поверочной жидкости.

Устанавливают нулевое показание весов 4.

Закрывают краны К2 и КР1. При открытых кранах КР2, КС и клапане КЭ запускают поршень ТПУ. При подходе поршня к детектору Д1 и при его срабатывании клапан КЭ закрывается. После закрытия клапана КЭ сразу закрывают кран КР2.

Сливают поверочную жидкость из бака весов 4 через кран КС. Через 30 с после прекращения сливного потока закрывают кран КС.

Открывают кран КР2. Открывают клапан КЭ. Начинается заполнение бака весов 4. Открывают кран КР1.

Фиксируют значения температуры поверочной жидкости и давления на входе и выходе ТПУ в начале и конце движения поршня по калиброванному участку ТПУ. При подходе поршня к детектору Д2 закрывают кран КР1. Дальнейшее заполнение бака весов 4 осуществляется через клапан КЭ и кран КР2. После срабатывания детектора Д2 закрывается клапан КЭ, сразу же закрывают кран КР2 и открывают кран К2.

После успокоения поверочной жидкости в баке весов и стабилизации показаний весов записывают значения массы поверочной жидкости.

Температуру поверочной жидкости и давление в ТПУ принимают равной среднему значению двух измерений (на входе и выходе ТПУ в начале и конце движения поршня по калиброванному участку). Разность температуры поверочной жидкости в начале и конце одного измерения не должна превышать 0,2 °С.

Измеряют плотность и температуру поверочной жидкости. Для этого после взвешивания из бака 12 отбирают пробу стеклянным цилиндром, предназначенным для измерения плотности. Для этого цилиндр погружают в поверочную жидкость до заполнения, выдерживают в поверочной жидкости в течение 3 мин и вынимают. Медленно и осторожно погружают (вертикально) в цилиндр с поверочной жидкостью чистый сухой ареометр так, чтобы он не задевал его стенок.

Погруженный в поверочную жидкость ареометр должен плавать вертикально и свободно, не соприкасаясь со стенками цилиндра. Ареометр следует выдержать в поверочной жидкости 3 мин для выравнивания их температуры. После полного успокоения ареометра

снимают отсчет показания по шкале. Показание ареометра отсчитывают на линии пересечения стержня нижним краем мениска.

Для этого необходимо смотреть на поверхность поверочной жидкости снизу вверх так, чтобы основание мениска имело форму вытянутого эллипса, а затем поднимать голову до тех пор, пока эллипс, постепенно суживаясь, не обратится в четкую прямую линию, пересекающую шкалу. При измерении плотности одновременно определяют температуру поверочной жидкости термометром с ценой деления шкалы 0,1 °С. В случае если диаметр цилиндра мал и не допускает совместного погружения ареометра и термометра, температуру поверочной жидкости измеряют до и после погружения ареометра, принимая в расчет среднее из двух показаний термометра. После употребления ареометр и термометр необходимо тщательно промыть, насухо протереть чистой ветошью и уложить в футляры. Таким же образом промывают цилиндр.

Показания ареометра корректируют по температуре расширения стекла, из которого изготовлен ареометр согласно формул (3) таблицы 7.

Значения температуры и плотности, поверочной жидкости фиксируют в протоколе поверки (приложение Б).

Для двунаправленной ТПУ описанные выше операции производят при обоих направлениях движения поршня ТПУ (Д1- Д2 и Д2-Д1).

Операции измерений, описанные в 6.3.3, выполняют не менее **семи раз**.

Определяют среднее значение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление, равное нулю) по формуле 1 таблицы 7.

Таблица 7

Номер формулы	Формула
1	$V_0 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n}, (V_{0пр} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0прi}}{n})$
2	$V_{0i} = V_i \cdot k_{трvi}, (V_{0прi} = V_i \cdot k_{трvi})$
3	$\rho_{ij} = \rho_{ijAP} \cdot K_{15(20)}$
4	$K_{15} = 1 - 0,000023 \cdot (t_i - 15) - 0,00000002 \cdot (t_i - 15)^2$ $K_{20} = 1 - 0,000025 \cdot (t_i - 20)$
5	$V_i = 1,00105 \cdot k_B \cdot \frac{m_i}{\rho_i}$
6	$k_{трvi} = 1 + \beta_{ж} \cdot (t_{yi} - t_{oi}) - 3 \cdot \alpha_T \cdot (t_{yi} - 20) - F \cdot P_{yi} - \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot S} \cdot P_{yi}$
7	$t_{yi} = \frac{t_{вxi} + t_{выxi}}{2}, P_{yi} = \frac{P_{вxi} + P_{выxi}}{2}$
Примечания	
1. Для двунаправленных ТПУ $V_i = V_{i(1-2)} + V_{i(2-1)}$.	
2. Значения $\beta_{ж}, \alpha_T, F, E$ приведены в Приложении Г.	
3. Значения D и S берут из эксплуатационной документации ТПУ.	
4. Выбор коэффициента K_{15} (K_{20}) зависит от температуры при которой проводилась градуировка ареометра (15 °С или 20°С).	

6.3.4 Определение вместимости калиброванного участка ТПУ методом № 4 (с применением мерника и без накопительной емкости)

В зависимости от варианта заполнения мерника (верхнее, нижнее) возможны две схемы поверки ТПУ.

Выбирают вместимость мерника, исходя из вместимости поверяемой ТПУ с учетом условия, что при заполнении мерника поверочная жидкость должна находиться в пределах шкалы, в случае применения мерника со шкалой, а в случае ее отсутствия в пределах отметки, соответствующей номинальной вместимости мерника.

Вместимость калиброванного участка ТПУ определяют в следующей последовательности (см. рисунок Е.2, приложение Е).

При помощи насоса 7 и расходомера 9 устанавливают выбранное в соответствии с 4.2 настоящей методики поверки значение расхода поверочной жидкости.

Закрывают краны К2 и КР1. При открытых кранах КР2, КС (для варианта 1) и дополнительно кран К3 (для варианта 2) запускают поршень ТПУ. При подходе поршня к детектору Д1 и при его срабатывании клапан КЭ закрывается. После закрытия клапана КЭ сразу закрывают кран КР2 и дополнительно кран К3 (для варианта 2).

Открывают кран КС и сливают поверочную жидкость из мерника 4 или 10 для варианта 2. Через 30 с после прекращения сливного потока краны КС закрывают.

Открывают кран КР2 и дополнительно кран К3 (для варианта 2). Открывают клапан КЭ. Начинается заполнение мерника 4 или 10 для варианта 2.

Фиксируют значения температуры поверочной жидкости и давления на входе и выходе ТПУ в начале и конце движения поршня по калиброванному участку ТПУ. При подходе поршня к детектору Д2 закрывают кран КР1. Дальнейшее заполнение мерника 4 осуществляется через клапан КЭ и кран КР2.

После срабатывания детектора Д2 закрывается клапан КЭ, сразу же закрывают кран КР2 и дополнительно кран К3 (для варианта 2). Открывают кран К2.

Температуру поверочной жидкости и давление в ТПУ принимают равной среднему значению двух измерений (на входе и выходе ТПУ в начале и конце движения поршня по калиброванному участку). Разность температуры поверочной жидкости в начале и конце одного измерения не должна превышать 0,2 °С.

Выдерживают заполненный мерник 30 с.

После выхода пузырьков воздуха из мерника записывают значения объема поверочной жидкости.

Если уровень поверочной жидкости в мернике окажется выше отметки номинальной вместимости (при применении мерника не имеющего шкалу), то допускается слить излишек поверочной жидкости в мерник 1-го разряда меньшей вместимости, колбу 1-го класса или цилиндр для определения ее объема. Полученный объем излишка поверочной жидкости прибавляют к значению номинальной вместимости мерника.

Если уровень поверочной жидкости в мернике окажется ниже отметки номинальной вместимости (при применении мерника не имеющего шкалу), то допускается долить поверочную жидкость до отметки номинальной вместимости, измерив ее объем (мерником 1-го разряда меньшей вместимости, колбой 1-го класса или цилиндром). Полученный объем долитой поверочной жидкости отнимают от значения номинальной вместимости мерника.

Открывают кран КС и сливают поверочную жидкость из мерника 4 или 10 для варианта 2.

При помощи термометра, который погружают в струю поверочной жидкости при опорожнении мерника измеряют и записывают в протокол (приложение Б) температуру поверочной жидкости в мернике.

Примечание – При отсутствии возможности измерить температуру поверочной жидкости в мернике при сливе, допускается измерять температуру поверочной жидкости путем погружения в мерник термометра. Термометр выдерживается в поверочной жидкости не менее 30 с, после чего извлекается из мерника и производится фиксирование показания температуры.

Выдержав 1 мин после стекания поверочной жидкости из мерника 4 или 10 для варианта 2, сливной кран КС закрывают.

Для двунаправленной ТПУ описанные выше операции производят при обоих направлениях движения поршня ТПУ (Д1- Д2 и Д2-Д1).

Операции измерений, описанные в 6.3.4, выполняют не менее **семи раз**.

Определяют среднее значение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях (температура 20 °С, избыточное давление, равное нулю) по формуле 1 таблицы 8.

Таблица 8

Номер формулы	Формулы
1	$V_0 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n}, (V_{0пр} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0прi}}{n})$
2	$V_{0i} = V_i \cdot k_{трmi}, (V_{0прi} = V_i \cdot k_{трmi})$
3	$k_{трmi} = 1 + \beta_{ж} \cdot (t_{yi} - t_{оmi}) - 3 \cdot \alpha_T \cdot (t_{yi} - 20) + 3 \cdot \alpha_M \cdot (t_{оmi} - 20) - F \cdot P_{yi} - \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot S} \cdot P_{yi}$
4	$t_{yi} = \frac{t_{вxi} + t_{выxi}}{2}, P_{yi} = \frac{P_{вxi} + P_{выxi}}{2}$
Примечания	
1. Для двунаправленных ТПУ $V_i = V_{i(1-2)} + V_{i(2-1)}$.	
2. Значения $\beta_{ж}, \alpha_T, \alpha_M, F, E$ приведены в приложении Г.	
3. Значения D и S берут из эксплуатационной документации ТПУ.	

6.3.5 Определение среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности ТПУ

Оценивают СКО случайной составляющей погрешности ТПУ ($S_0, \%$) по формуле определяют по формуле (1) таблицы 9.

Проверяют выполнение условия

$$S_0(\delta) \leq 0,015 \%$$

Если указанное условие не выполняется, проводят анализ значений V_{0i} в соответствии с приложением В настоящей методики поверки. Если какой-либо из результатов V_{0i} будет исключен как аномальный (неправильный), то вместо него проводят дополнительное измерение и определяют СКО.

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 возвращают с отрицательными результатами предъявителю.

При выполнении условий поверку продолжают.

6.3.6 Определение границ суммарной систематической составляющей погрешности

Границы суммарной систематической составляющей погрешности определяют ($\Theta_{\Sigma 0}$, %):

- при поверке методами №№ 1, 3 (с применением весов) по формуле (3) таблицы 9;
- при поверке методами №№ 2, 4 (с применением мерника) по формуле (4) таблицы 9.

6.3.7 Определение относительной погрешности ТПУ

Относительную погрешность ТПУ определяют по формуле (2) таблицы 9.

Должно соблюдаться условие: $\delta_0 \leq \delta$.

Принимают:

для ТПУ 1-го разряда $\delta = 0,05$ %;

для ТПУ 2-го разряда $\delta = 0,10$ %.

Таблица 9

Номер формулы	Формула
1	$S_0(\delta) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i} - V_0)^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{V_0} \quad (\text{для методов 1 - 4})$
2	$\delta_0 = 1,1 \cdot [\Theta_{\Sigma 0} + \Theta_{V_0}] \quad (\text{для методов 1 - 4})$
3	$\Theta_{\Sigma 0} = K \cdot \sqrt{\Theta_B^2 + \Theta_D^2 + \Theta_t^2} \quad (\text{для методов 1, 3})$
4	$\Theta_{\Sigma 0} = K \cdot \sqrt{\Theta_M^2 + \Theta_t^2} \quad (\text{для методов 2, 4})$
5	$S_0(V_0) = \frac{S_0(\delta)}{\sqrt{n}} \quad (\text{для методов 1 - 4})$
6	$\Theta_t = \beta_{\text{ж}} \cdot \sqrt{\Delta t_0^2 + \Delta t_y^2} \cdot 100 \quad (\text{для методов 1 - 4})$
7	$\Theta_{V_0} = t_{0,99} \cdot S_0(V_0) \quad (\text{для методов 1 - 4})$
<p>Примечания:</p> <p>1. Принимают: $\Theta_{\Sigma 0} = 0,022$ % в формуле (3), $\Theta_{\Sigma 0} = 0,025$ % в формуле (4).</p> <p>при значениях: $\Theta_B, \Theta_D = 0,01$ %, $\Theta_M = 0,02$ %, $\Theta_t = 0,0073$ %</p> <p>Значение Θ_t вычислено для погрешности средств измерений температуры $0,2$ °С.</p> <p>2. Коэффициент объемного расширения поверочной жидкости (вода) $\beta_{\text{ж}} = 2,6 \cdot 10^{-4}$ °С⁻¹.</p> <p>3. Значение К для формул (3) и (4) определяют в соответствии с приложением Д данной методики поверки.</p>	

6.3.8 Проверка отсутствия протечек в ТПУ

Устанавливают меньшее значение расхода Q_2 , выбранное для проверки отсутствия протечек в соответствии с 4.2 настоящей методики поверки, и производят **три измерения** вместимости ТПУ. Определяют по формуле (1) таблиц 5 - 8 среднее значение вместимости калиброванного участка ТПУ при стандартных условиях по произведенным измерениям - $V_{\text{нр}}$ и относительное отклонение вместимости калиброванного участка при различных расходах (Q_1 и Q_2)

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{опр}} - V_0}{V_0} \cdot 100 \%$$

Проверяют выполнение условия:

$$|\delta_{\text{пр}}| \leq 0,35 \cdot \delta.$$

Если $\delta_{\text{пр}} > 0$ и $|\delta_{\text{пр}}| > 0,35 \cdot \delta$, это свидетельствует о **наличии протечек** и необходимости их устранения.

Если $\delta_{\text{пр}} < 0$ и $|\delta_{\text{пр}}| > 0,35 \cdot \delta$, 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_2 , поршень не входит в калиброванный участок, то допускается увеличить расход перед запуском поршня с доведением его до Q_2 до подхода поршня к первому детектору.

6.3.9 Определение относительного отклонения вместимости калиброванного участка ТПУ от значения при предыдущей поверке

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

$$\delta_{00} = \frac{V_0 - V_{\text{опр}}}{V_{\text{опр}}} \cdot 100.$$

Должно выполняться условие

$$|\delta_{00}| \leq 0,6 \cdot \delta.$$

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

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

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении Б настоящей методики поверки. 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 лицевой стороне свидетельства наносится оттиск клейма поверителя.

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

Наименование характеристики	Значение	Единица измерения
Рабочий диапазон расхода	$Q =$	$\text{м}^3/\text{ч}$
Вместимость калиброванного участка	$V_0 =$	м^3
СКО случайной составляющей погрешности	$S_0(\delta) =$	%
Границы суммарной систематической составляющей погрешности	$\Theta_{\Sigma 0} =$	%
Границы случайной погрешности определения среднего арифметического значения вместимости калиброванного участка	$\Theta_{V_0} =$	%
Относительная погрешность	$\delta_0 =$	%
Пределы допускаемой относительной погрешности	$\delta =$	%

Метрологические характеристики двунаправленных ТПУ допускается указывать для каждого направления движения поршня: например, 1-3 (2-4) от детектора Д1(Д2) к детектору Д3 (Д4) и 3-1 (4-2) от детектора Д3 (Д4) к детектору Д1(Д2).

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

Согласно описанию типа на ТПУ, на контрольную проволоку, пропущенную через отверстия одной из шпилек фланца калиброванного участка ТПУ и винтах корпусов детекторов устанавливают пломбы. На пломбы, установленные на контрольной 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.

К свидетельству о поверке ТПУ прилагают перечень средств измерений, входящих в состав ТПУ (приложение Б).

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.

7.4 В интервале между поверками ТПУ допускается при необходимости проводить замену средств измерений температуры и давления, установленных на ТПУ, с оформлением листа регистрации замены согласно приложению Ж настоящей методики поверки. Метрологические характеристики вновь устанавливаемых на ТПУ средств измерений температуры и давления не должны уступать метрологическим характеристикам заменяемых средств измерений температуры и давления.

7.5 При замене средств измерений температуры и(или) давления, установленных на ТПУ, проведение поверки ТПУ не требуется.

Приложение А
(справочное)

Условные обозначения

Обозначение	Определение	Количество знаков после запятой	Количество значащих цифр
Q_1	- поверочный расход поверочной жидкости при определении МХ ТПУ, м ³ /ч	–	4
Q_2	- поверочный расход поверочной жидкости при проверке отсутствия протечек, м ³ /ч	–	4
V_0	- среднее значение вместимости ТПУ в нормальных условиях, м ³ /ч (температура 20 °С, избыточное давление, равное нулю)	–	6
$V_{опр}$	- вместимость калиброванного участка ТПУ в нормальных условиях при контроле протечек, м ³	–	6
V_{oi}	- вместимость калиброванного участка ТПУ в нормальных условиях при i-том измерении, м ³	–	6
$k_{тpvi}$	- коэффициент, учитывающий влияние разности температуры поверочной жидкости в ТПУ и цилиндре, влияние температуры и давления поверочной жидкости на вместимость калиброванного участка ТПУ и объем поверочной жидкости в ТПУ при i-том измерении	6	–
V_i	- вместимость калиброванного участка ТПУ при i-том измерении в условиях поверки, м ³	–	6
1,00105	- коэффициент, учитывающий потерю веса в воздухе	–	–
k_B	- постоянная весов (из эксплуатационной документации)	–	–
k_T	- коэффициент, учитывающий разновременность переключения перекидного устройства в положение «измерение» и положение «пролет»	–	–
m_{ij}	- масса j-той порции поверочной жидкости при i-том взвешивании, кг	3	–
ρ_{ij}	- плотность поверочной жидкости в i-том измерении j-той порции, кг/м ³	2	–
ρ_{ijAP}	- плотность поверочной жидкости в i-том измерении j-той порции измеренной ареометром, кг/м ³	2	–
$K_{15(20)}$	- поправка на расширение стекла ареометра (зависит от температуры градуировки ареометра 15 °С или 20 °С) (из эксплуатационной документации)	–	–
$\beta_{ж}$	- коэффициент объемного расширения поверочной жидкости (вода), °С (β _ж = 2,6 · 10 ⁻⁴ °С ⁻¹)	–	–
α_T	- коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, °С ⁻¹ (из эксплуатационной документации или таблицы Г.1)	–	–
F	- коэффициент сжимаемости поверочной жидкости (вода), МПа ⁻¹ (F = 49,1 · 10 ⁻⁵ МПа ⁻¹)	–	–
D	- внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ (из эксплуатационной документации), мм	–	–
E	- модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа (из эксплуатационной документации или таблицы Г.1)	–	–
S	- толщина стенок ТПУ, мм (из эксплуатационной документации)	–	–
t_{yi}	- средняя температура в ТПУ за одно измерение, °С	1	–
n	- количество измерений при поверке	–	–
P_{yi}	- среднее давление в ТПУ за одно измерение, МПа	1	–
$t_{вxi}$	- значение температуры поверочной жидкости на входе ТПУ при i-том измерении, °С	1	–
$t_{выxi}$	- значение температуры поверочной жидкости на выходе ТПУ при i-том измерении, °С	1	–
$P_{вxi}$	- значение давления поверочной жидкости на входе ТПУ при i-том измерении, °С	1	–
$P_{выxi}$	- значение давления поверочной жидкости на выходе ТПУ при i-том измерении, °С	1	–

Приложение А
(продолжение)

Обозначение	Определение	Количество знаков после запятой	Количество значащих цифр
t_{0i}	- средняя температура поверочной жидкости в цилиндре при i -том измерении, °С	1	–
t_{ij}	- температура поверочной жидкости в цилиндре при i -том измерении плотности j -той порции, °С	1	–
T_i	- время прохождения поршня между детекторами при i -ом измерении, с	2	–
T'_i	- интервал времени между импульсами выходного сигнала датчика положения перекидного устройства при переключении его в положение «измерение» и «пролет», с	2	–
V_{ij}	- объем поверочной жидкости в мернике при i -том измерении j -том заполнении, м ³	–	6
r	- количество порций для заполнения мерника при i -том измерении	–	–
α_M	- коэффициент линейного расширения материала стенок мерника, °С (из эксплуатационной документации или таблицы Г.1)	–	–
$k_{\text{пр}i}$	- коэффициент, учитывающий влияние разности температуры в ТПУ и мернике, влияние температуры и давления поверочной жидкости на вместимость калиброванного участка ТПУ, влияние давления в ТПУ на объем поверочной жидкости в ней и влияние температуры на объем мерника при i -том измерении	6	–
$t_{0\text{ми}}$	- среднее значение температуры поверочной жидкости в мернике при i -том измерении, °С	1	–
$V_{i(1-3)}$	- вместимость калиброванного участка ТПУ при i -том измерении в условиях поверки при движении поршня от детектора Д1 к детектору Д3, м ³	–	6
$V_{i(3-1)}$	- вместимость калиброванного участка ТПУ при i -том измерении в условиях поверки при движении поршня от детектора Д3 к детектору Д1, м ³	–	6
$V_{i(2-4)}$	- вместимость калиброванного участка ТПУ при i -том измерении в условиях поверки при движении поршня от детектора Д2 к детектору Д4, м ³	–	6
$V_{i(4-2)}$	- вместимость калиброванного участка ТПУ при i -том измерении в условиях поверки при движении поршня от детектора Д4 к детектору Д2, м ³	–	6
m_i	- масса поверочной жидкости при i -том взвешивании, кг	3	–
ρ_i	- плотность поверочной жидкости в i -том измерении, кг/м ³	2	–
ρ_{iAP}	- плотность поверочной жидкости при i -том измерении измеренной ареометром, кг/м ³	2	–
$S_0(\delta)$	- СКО среднего значения вместимости поверяемой ТПУ, %	2	–
δ_0	- относительная погрешность поверяемой ТПУ, %	3	–
$\Theta_{\Sigma 0}$	- границы суммарной систематической составляющей погрешности ТПУ, %	3	–
Θ_{v0}	- границы случайной погрешности определения среднего арифметического значения вместимости калиброванного участка ТПУ, %	3	–
K	- коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью (см. приложение Д)	2	–
Θ_B	- граница погрешности весов, % (из эксплуатационной документации)	2	–
Θ_t	- границы неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью измерения температуры, %	4	–
Θ_M	- границы погрешности мерника, % (из эксплуатационной документации)	2	–
Θ_D	- границы погрешности средства измерений плотности, % (из эксплуатационной документации)	2	–

Приложение А
(окончание)

Обозначение	Определение	Количество знаков после запятой	Количество значащих цифр
$S_0(V_0)$	- СКО среднего значения вместимости поверяемой ТПУ, %	3	–
Δt_0	- абсолютная погрешность средства измерений температуры при измерении температуры в цилиндре (мернике), °С	1	–
Δt_y	- абсолютная погрешность средства измерений температуры при измерении температуры в ТПУ, °С	1	–
$t_{0.99}$	- квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0.99$ (из таблицы Г.2)	3	–
$\delta_{\text{пр}}$	- относительное отклонение вместимости калиброванного участка ТПУ при различных поверочных расходах, %	3	–
δ	- пределы допускаемой относительной погрешности поверяемой ТПУ, %	3	–
δ_{00}	- относительное отклонение вместимости калиброванного участка ТПУ от значения при предыдущей поверке, %	3	–
$V_{\text{опп}}$	- вместимость калиброванного участка ТПУ, полученная при предыдущей поверке, м ³	–	6

Приложение Б (обязательное)

Протокол поверки ТПУ с применением весов № _____

Тип ТПУ _____
 Заводской номер _____
 Место проведения поверки _____

Температура воздуха, °С _____
 Температура поверочной жидкости, °С _____
 Поверочный расход, м³/ч: Q₁ = ____; Q₂ = ____

Таблица Б.1.1 – Исходные данные

k _в	β _ж , °С ⁻¹	F, МПа ⁻¹	α _г , °С ⁻¹	D, мм	S, мм	E, МПа	t _{0,99}	Θ _д , %	Θ _в , %

Таблица Б.1.2 - Результаты измерений

Направление движения поршня	Номера измерений (i) и порций (j)	ТПУ		ВЕСЫ				k _T	V _i , м ³	k _{трвi}
		t _{yi} , °С	P _{yi} , МПа	m _{ij} , кг	ρ _{ij} кг/м ³	t _{ij} , °С	t _{oi} , °С			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Определение МХ										
	1.1									
									
	1.г									
	n.1.									
									
	n.г									
Проверка отсутствия протечек										
	1.1									
									
	1.г									
	3.1.									
									
	3.г									

Примечания

1. Направление движения поршня обозначают: 1-3, 3-1, 1-3-1, 2-4, 4-2, 2-4-2 и т.д. (от детектора Д1(Д2) к детектору Д3(Д4), и обратно).
2. При поверке по методу 3 в столбцах 2, 5, 6, 7 записывают значения соответствующие i-ому измерению.

Приложение Б (продолжение)

Обработка результатов измерений

Таблица Б.1.3 - Определение МХ

Номер измерения	$V_{i(1-2)}$ или $V_{i(1-3)}, \text{ м}^3$	$V_{i(2-1)}$ или $V_{i(3-1)}, \text{ м}^3$	$V_i, \text{ м}^3$	$V_{oi}, \text{ м}^3$	$(V_{oi} - V_o)^2$
1	2	3	4	5	6
1					
2					
...					
n					

Таблица Б.1.4 - Проверка отсутствия протечек

Номер измерения	$V_{i(1-2)}$ или $V_{i(1-3)}, \text{ м}^3$	$V_{i(2-1)}$ или $V_{i(3-1)}, \text{ м}^3$	$V_i, \text{ м}^3$	$V_{опр}, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5
1				
2				
3				

Таблица Б.1.5 - Результаты проверки

$V_o, \text{ м}^3$	$S_o(\delta), \%$	$\Theta_{vo}, \%$	$\Theta_{\Sigma o}, \%$	$\delta_o, \%$	$V_{опр}, \text{ м}^3$	$\delta_{пр}, \%$	$V_{опр}, \text{ м}^3$	$\delta_{опр}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Подпись лица, проводившего проверку _____ /Ф.И.О./

Дата «___» _____ 20__ г.

Приложение Б (продолжение)

Протокол поверки ТПУ с применением мерника № _____

Тип ТПУ _____
 Заводской номер _____
 Место проведения поверки _____

Температура воздуха, °С _____
 Температура поверочной жидкости, °С _____
 Поверочный расход, м³/ч: Q₁ = _____; Q₂ = _____

Таблица Б.2.1 - Исходные данные

V _м , м ³	α _м , °С ⁻¹	β _ж , °С ⁻¹	F, МПа ⁻¹	D, мм	S, мм	E, МПа	α _т , °С ⁻¹	t _{0,99}	Θ _м , %

Таблица Б.2.2 - Результаты измерений

Направление движения поршня	Номера измерений (i) и заполнений мерника (j)	Мерник		ТПУ			k _T	V _i , м ³	k _{тpи}
		V _{ij} , м ³	t _{ijм} , °С	t _{оm} , °С	t _{yи} , °С	P _{yи} , МПа			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Определение МХ									
1.1									
....									
1.r									
n.1.									
....									
n.r									
Проверка отсутствия протечек									
1.1									
....									
1.r									
3.1.									
....									
3.r									

Примечания

1. Направление движения поршня обозначают: 1-3, 3-1, 1-3-1, 2-4, 4-2, 2-4-2 и т.д. (от детектора Д1(Д2) к детектору Д3(Д4), и обратно).
2. При поверке по методу 4 в столбцах 2, 5, 6, 7 записывают значения соответствующие i-ому измерению, значение k_T принимают равным 1.

**Приложение Б
(продолжение)**

Обработка результатов измерений

Таблица Б.2.3 - Определение МХ

Номер измерения	$V_{i(1-2)}$ или $V_{i(1-3)}$, м ³	$V_{i(2-1)}$ или $V_{i(3-1)}$, м ³	V_i , м ³	V_{oi} , м ³	$(V_{oi} - V_o)^2$
1	2	3	4	5	6
1					
2					
...					
n					

Таблица Б.2.4 - Проверка отсутствия протечек

Номер измерения	$V_{i(1-2)}$ или $V_{i(1-3)}$, м ³	$V_{i(2-1)}$ или $V_{i(3-1)}$, м ³	V_i , м ³	$V_{отрi}$, м ³
1	2	3	4	5
1				
2				
3				

Таблица Б.2.5 - Результаты проверки

V_o , м ³	$S_o^0(\delta)$, %	Θ_{vo} , %	$\Theta_{\Sigma o}$, %	δ_o , %	$V_{отр}$, м ³	$\delta_{пр}$, %	$V_{оот}$, м ³	$\delta_{оот}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Подпись лица, проводившего проверку _____ /Ф.И.О./

Дата « ____ » _____ 20 ____ г.

**Приложение Б
(окончание)**

Перечень средств измерений, установленных на ТПУ
(приложение к протоколу поверки от « ____ » _____ 20__ г. № _____)

Наименование средств измерений	Тип, марка	Заводской номер	Дата поверки	Номер свидетельства о поверке
Средства измерений температуры:				
Средства измерений давления:				

Подпись лица, проводившего поверку _____ (Ф.И.О)

Дата поверки: « ____ » _____ 20__ г.

Приложение В (справочное)

Методика анализа результатов измерений

Пусть получена выборка из «n» 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)

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

- для каждого измерения вычисляют соотношение

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

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

Таблица В.1

n	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.

Приложение Г
(справочное)

**Коэффициенты линейного расширения (α), модуль упругости (E),
квантиль распределения Стьюдента**

Таблица Г.1 - Коэффициенты линейного расширения и модуль упругости

Материал	$\alpha_T (\alpha_M), \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$E, \text{ МПа}$
Сталь углеродистая	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$2,07 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 304	$1,73 \cdot 10^{-5}$	$1,93 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 316	$1,59 \cdot 10^{-5}$	$1,93 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 17-4	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$1,97 \cdot 10^5$
Примечание - Если в паспорте ТПУ приведены значения α и E для материала стенок ТПУ, то для расчетов используют приведенные значения.		

Таблица Г.2 - Квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,99$

n-1	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$t_{0,99}$	3,707	3,499	3,355	3,250	3,169	3,106	3,055	3,012	2,977

Приложение Д (справочное)

Определение коэффициента К

При доверительной вероятности $P = 0,99$ коэффициент K принимают равным 1,4, если число суммируемых неисключенных систематических погрешностей более четырех ($m > 4$). Если число суммируемых погрешностей равно четырем или менее четырех ($m \leq 4$), то коэффициент K определяют по графику зависимости $K = f(m, L)$ (см. рисунок Д.1), где m - число суммируемых погрешностей.

$$L = \frac{\Theta_1}{\Theta_2}, \quad (\text{Д.1})$$

кривая 1 – $m = 2$

кривая 2 – $m = 3$

кривая 3 – $m = 4$

При четырех или трех слагаемых в качестве Θ_1 принимают составляющую, по числовому значению наиболее отличающуюся от других, в качестве Θ_2 следует принять ближайшую к Θ_1 соответствующую.

Значение коэффициента K при доверительной вероятности $P = 0,99$ может быть определено также по таблице Д.1.

Таблица Д.1

L	1	2	3	4	5
m=2	1,28	1,22	1,16	1,12	1,09
m=3	1,38	1,31	1,24	1,28	1,14
m=4	1,41	1,36	1,28	1,22	1,18

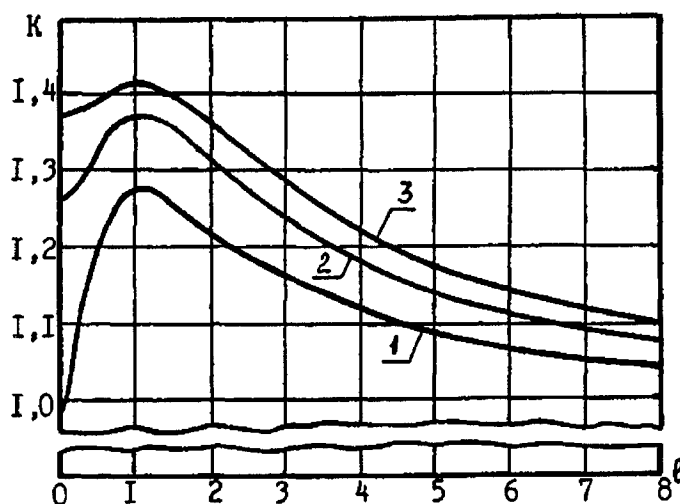


График зависимости $K = f(m, L)$

Рисунок Д.1

Приложение Е (справочное)

Принципиальные схемы соединений средств поверки и ТПУ

Е.1 Схема соединений 1

Применяется при использовании методов поверки ТПУ №№ 1, 2 согласно 2.1 данной методики поверки (с применением весов (мерника) и накопительной емкости).

Включает в себя гидравлическую систему для создания и контроля расхода поверочной жидкости через поверяемую ТПУ (см. рисунок Е.1) (емкость - хранилище 13, насосы 14, расходомер 15, регулятор расхода 4, переключатель потока 9, пролетную трубу 7), устройство для сбора и измерения объема жидкости (накопительную емкость 11, бак с весами (мерник) 12, средства измерений температуры и давления 2, 3, а так же Ч1, Ч2 и БУ).

Емкость-хранилище 13 предназначена для хранения поверочной жидкости и ее вместимость должна превышать не менее чем в (2,2 - 2,5) раза максимальную вместимость калиброванного участка поверяемой ТПУ.

Количество, производительность и напор насосов выбирают с учетом значений поверочных расходов, потерь давления в гидравлической системе и необходимости поддержания избыточного давления на выходе ТПУ не менее 0,1 МПа.

Для регулирования расхода могут применяться или специальные регуляторы расхода или запорные устройства (задвижки, краны). Вместимость накопительной емкости 11 должна быть не менее 1,2 вместимости поверяемой ТПУ. Конструкция емкости должна обеспечивать полный слив поверочной жидкости из нее, угол наклона днища к горизонтали должен быть в пределах 10 - 45°, а угол наклона сливной трубы в пределах (10 – 90)°. На сливной трубе после крана должно быть установлено смотровое стекло для контроля отсутствия утечек поверочной жидкости через кран, или открытый конец сливной трубы должен быть расположен над баком весов (мерником) так, чтобы можно было наблюдать за отсутствием утечек поверочной жидкости через сливной кран КС1.

Накопительная емкость 11 должна быть герметически закрытой и должна иметь крышку или люк, позволяющие производить осмотр и промывку внутренней поверхности. Воздушное пространство емкости должно быть соединено с емкостью-хранилищем 13 трубопроводом без запорной арматуры (для отвода и поступления воздуха при заполнении и опорожнении емкости и отвода поверочной жидкости в случае переполнения).

Для переключения потока жидкости используют перекидное устройство 9 (Рисунок Е.1, вариант 1) или два электромагнитных клапана К1 и К2 (Рисунок Е.1, вариант 2).

Вариант 1 применяют для поверки ТПУ любой вместимости, а вариант 2 - для поверки ТПУ вместимостью более 6 м³.

Перекидное устройство должно быть расположено на жестком основании над накопительной емкостью 11 и пролетной трубой 7. При поверке ТПУ вместимостью калиброванного участка до 1 м³ перекидное устройство может быть расположено непосредственно над баком весов 12. Пролетная труба должна пропускать самотеком наибольший поверочный расход поверочной жидкости. Над сужающим насадком 8 и на нисходящем участке подводящего трубопровода должно быть расположено смотровое стекло или прозрачный участок трубопровода 5.

Задвижки З1-З4, расположенные на ответвлениях между ТПУ и средством поверки (весы или мерник), должны иметь устройства для контроля герметичности их затворов (краны,

установленные в нижнюю часть корпуса или на крышку, и др.). При отсутствии на задвижках таких устройств устанавливают последовательно две задвижки и между ними - контрольный кран.

Пару детекторов, ограничивающих калиброванный участок ТПУ (Д1-Д3 или Д2-Д4), включают в цепи коммутации сигналов, подаваемых на входы «старт» и «стоп» частотомера Ч1, работающего в режиме измерения интервала времени, и в блок управления перекидным устройством. При поверке двунаправленных ТПУ для переключения детекторов при движении поршня «вперед» и «назад» используют переключатель «П».

Сигнал датчика положения подают на вход «П» частотомера Ч2, работающего в режиме измерения периода.

Датчик положения должен быть настроен так, чтобы при переключении перекидного устройства в положение «измерение» и «пролет» он выдавал сигнал в виде постоянного напряжения длительностью не менее 1 мкс в тот момент, когда верхняя кромка подвижной заслонки (рассекатель) достигнет середины струи поверочной жидкости. Для этого устанавливают подвижную заслонку в такое положение, при котором рассекатель делит щель насадка 8 пополам, и закрепляют временно заслонку в этом положении. Сдвигая и раздвигая шторки, расположенные на подвижной заслонке, подбирают такую минимальную ширину щели между ними, при которой на выходе датчика имеется устойчивый выходной сигнал, и закрепляют шторки.

При использовании варианта 2 управление электромагнитными клапанами производится через блок управления сигналами детекторов: по сигналу первого по ходу детектора Д1 (Д2) открывается клапан К1 и закрывается клапан К2, по сигналу второго детектора Д3 (Д4) - открывается клапан К2 и закрывается клапан К1.

Е.2 Схема соединений 2

Применяется при использовании методов поверки ТПУ №№ 3, 4 согласно 2.1 данной методики поверки (с применением весов (мерника) без накопительной емкости).

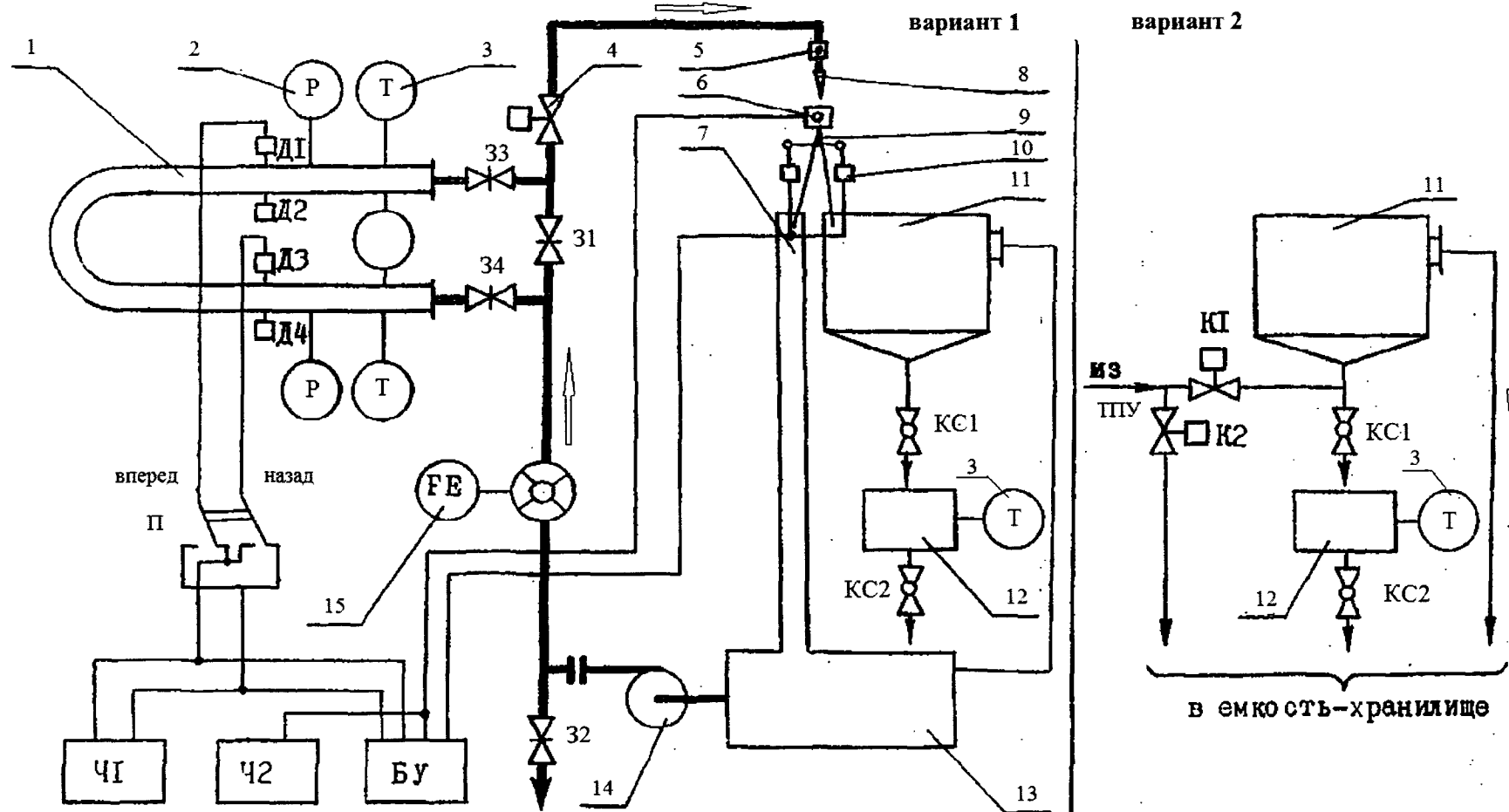
Включает в себя гидравлическую систему для создания и контроля расхода поверочной жидкости через поверяемую ТПУ (см. Рисунок Е.2) (емкость-хранилище 6, насос 7, расходомер 9, блок управления КЭ и бак на весах (мерник) 4 или 10 для варианта 2.

Емкости-хранилище 6 предназначена для хранения поверочной жидкости и ее вместимость должна превышать не менее чем в (2,2 - 2,5) раза максимальную вместимость калиброванного участка поверяемой ТПУ. Соответствующие детекторы ТПУ соединяют с блоком управления, с которого производится управление электромагнитным клапаном КЭ. Открытие и закрытие клапана производится сигналами детекторов (Д1, Д2).

Выход ТПУ соединяют с баком весов (мерником) через систему кранов, которая позволяет устанавливать необходимые значения расхода поверочной жидкости и направлять поверочную жидкость в бак весов (мерник). Линия, на которой расположены краны КР1, К2 рассчитана на пропускание наибольшего расхода поверочной жидкости, а линия с краном КР2 - на наименьшие значения расхода.

Фильтр применяют при необходимости и должен иметь размеры ячейки 2-3 мм.

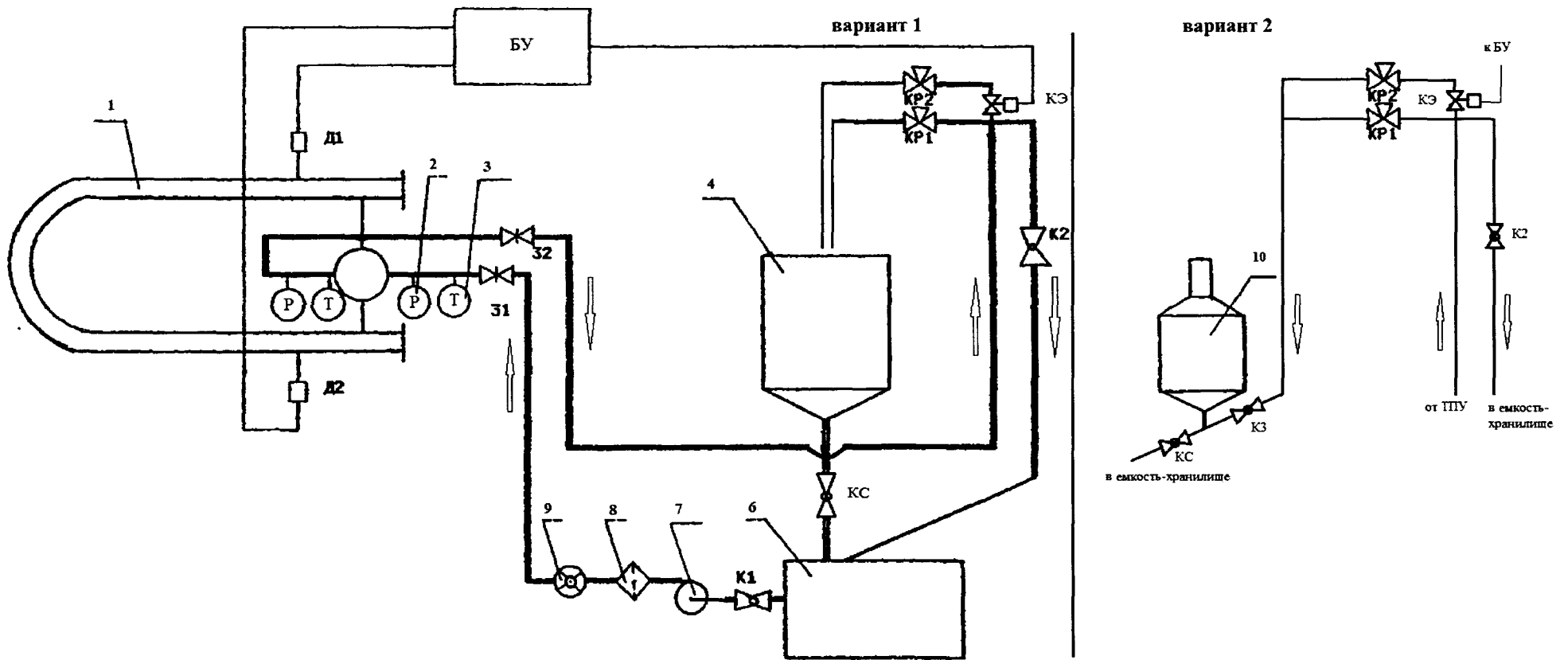
Приложение Е
(продолжение)



1 - ТПУ; 2, 3 - средства измерений температуры и давления; 4 - регулятор расхода; 5 - смотровое стекло; 6 - датчик положения; 7 - труба пролетная; 8 - насадок; 9 - перекидное устройство; 10 - электромагниты; 11 - емкость накопительная; 12 - бак с весами (мерник); 13 - емкость-хранилище; 14 - насос; 15 - расходомер; П - переключатель; К1-К2 - клапаны электромагнитные; КС1, КС2 - краны сливные; Д1-Д4 - детекторы; Ч1-Ч2 - частотомеры; БУ - блок управления; 31-34 - задвижки

Рисунок Е.1

Приложение Е
(продолжение)



1 - ТПУ; 2, 3 - средства измерений давления и температуры; 4 - бак с весами (мерник); 6 - емкость-хранилище; 7 - насос; 8 - фильтр; 9 - расходомер; 10- мерник; К1, К2, К3 - краны; КР1, КР2 - краны регулирующие; 31, 32 - задвижки; КС - кран сливной; КЭ - клапан электромагнитный; Д1, Д2 - детекторы; БУ - блок управления

Рисунок Е.2

