

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)**

**СОГЛАСОВАНО**  
Заместитель директора  
по производственной метрологии  
А.Е. Коломин

«12» 10 2024 г.

**ГСИ. Установка поверочная трубопоршневая АТПУ-20.  
Методика поверки**

**МП 208-098-2024**

г. Москва  
2024 г.

## Оглавление

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ .....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	6
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	8
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	8
10.1 Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра. ....	8
10.1.1 Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра с помощью весового устройства (далее - ВУ) .....	8
10.1.2 Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра с помощью мерников. ....	12
10.2 Определение относительной погрешности измерения объема жидкости в потоке и объемного расхода контрольным расходомером. ....	14
10.3 Определение диапазона расхода, воспроизводимого установкой .....	15
10.4 Определение относительной погрешности расходомеров 1-го измерительного контура .....	16
10.5 Определение абсолютной погрешности счета количества импульсов .....	16
10.6 Определение допускаемой абсолютной погрешности преобразования сопротивления в значение температуры .....	17
10.7 Определение допускаемой, приведенной к диапазону измерения силы тока, погрешности измерений силы тока .....	18
10.8 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по калиброванному цилиндру .....	18
10.9 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по КР .....	20
10.10 Проверка соответствия установки обязательному требованию к эталону .....	21
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	21



## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на Установку поверочную трубопоршневую АТПУ-20 (далее – «Установка»), предназначенную для измерений, хранения, воспроизведения и передачи единиц объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости при испытаниях, калибровке и поверке средств измерения объемного расхода и объема жидкости в потоке, и устанавливает объем, методы и средства ее первичной и периодической поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость Установки к Государственному первичному эталону единицы объема жидкости в диапазоне от  $1,0 \cdot 10^{-9}$  м<sup>3</sup> до 1,0 м<sup>3</sup> ГЭТ 216-2018, в соответствии с ГПС для средств измерений объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, объемного расходов жидкости, согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений (воспроизведения) объема жидкости 1 контуром, дм <sup>3</sup>	от 1,0 до 20,2
Диапазон объемных расходов жидкости 1 контура, м <sup>3</sup> /ч	от 0,0011 до 2,5
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости в 1 контуре, %	±0,06
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода жидкости во 2 контуре, м <sup>3</sup> /ч	от 1,5 до 22,2
Пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расхода жидкости во 2 контуре, %	±0,2
Пределы допускаемой погрешности счета количества импульсов, шт.	± 1

1.3 При определении метрологических характеристик установки используется косвенный метод или прямой метод измерений объема и объемного расхода.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта/раздела методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Раздел 8	Да	Да
Проверка программного	Раздел 9	Да	Да



обеспечения средства измерений			
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 10	Да	Да
Оформление результатов поверки	Раздел 11	Да	Да

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки Установки должны быть соблюдены следующие условия:

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- температура окружающей среды от 15 °С до 30 °С;
- температура поверочной жидкости от 15 °С до 30 °С;
- разность температур поверочной жидкости в цилиндрическом калиброванном участке Установки и в измерительной емкости в начале и в конце хода поршня не более 0,2 °С.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений (СИ), знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и СИ, изучивший настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации и прошедший инструктаж по технике безопасности. Допускается проводить поверку с привлечением обученного персонала, под непосредственным руководством поверителя.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки установки применяют средства измерений и эталоны, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке

Операции поверки требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений	Средство измерений массы. Интервал взвешивания от 5 г до 24 кг. Класс точности по ГОСТ OIML R76-1-2011 высокий (II)	Весы лабораторные ВМ24001 М-II рег. № 52773-13
	Средство измерений массы. Интервал взвешивания от 0,5 г до 2200 г. Класс точности по ГОСТ OIML R76-1-2011 высокий (II)	Весы лабораторные ВМ2202 М-II рег. № 52773-13
	Средство измерения плотности жидкости в диапазоне от 0,900 до 1,10 г/см <sup>3</sup> .	Измеритель плотности жидкости вибрационный

метрологическим требованиям	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,0001 \text{ г/см}^3$	ВИП-2МР рег. № 27163-09
	Средство измерения объема жидкости, хранения и передачи единицы объема жидкости 1-го разряда. Номинальная вместимость 2, 10, 20, $\text{дм}^3$ . Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема при температуре $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ , %, не более $\pm 0,02 \%$	Мерники металлические эталонные 1-го разряда М1Р рег. № 67392-17
	Цилиндр лабораторный мерный 10 мл, 25мл, 2-го класса, ГОСТ 1770-74	Цилиндры исполнений 1, 3 рег. № 24176-07
	Пипетка градуированная 10 мл, 25 мл, 2-го класса, ГОСТ 29227-91	Пипетки градуированные тип 1 рег. № 55939-13
	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022г. № 3253 «Об утверждении ГПС для средств измерений температуры». Диапазон измерений от $+15$ до $+30 \text{ }^\circ\text{C}$ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,02 \text{ }^\circ\text{C}$	Термометры лабораторные электронные ЛТА-Э рег. № 69551-17
	Рабочий эталон единиц объемного расхода (объема) жидкости 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов, соответствующем диапазону расходов поверяемого контрольного расходомера	Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18
	Средство воспроизведения количества импульсов Диапазон количества: от 0 до 999999 имп. Диапазон частоты: от 0,0005 до 10000,0 Гц Разрешение: 1 импульс	Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 рег. № 52489-13
	Мера электрического сопротивления. Диапазон значений от 0,02 до 111111,1 Ом КТ $0,02/2 \cdot 10^{-6}$	Магазин сопротивлений Р4831, рег. № 6332-77
	Средство воспроизведения силы постоянного тока Диапазон: от 0 до 20 мА Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\Delta = \pm (0,0001 \cdot I + 1 \text{ мкА})$	Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 рег. № 52489-13
Раздел 7 Внешний осмотр средства измерений	Вспомогательные емкости вместимостью 2, 10, 20 $\text{дм}^3$	
	Измеритель влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления, диапазон измерений температуры от $+10$ до $+30 \text{ }^\circ\text{C}$ с пределами допускаемой абсолютной	Термогигрометр ИВА-6-Д рег. № 46434-11



	погрешности $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений влажности от 30 до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 3$ %; диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа	
Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

## **6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При подключении Установки к испытательному оборудованию необходимо соблюдать общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2 Монтаж и демонтаж электрических цепей Установки и средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

6.3 Монтаж и демонтаж элементов трубопроводов Установки должны производиться при отсутствии давления в линиях.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

При внешнем осмотре проверяют:

- внешний вид;
- комплектность;
- маркировку;
- наличие повреждений;

Результат внешнего осмотра считается положительным, если:

- внешний вид соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность установки соответствует эксплуатационной документации;
- маркировка установки соответствует эксплуатационной документации, целостность маркировочных табличек не нарушена, информация читаема, заводской номер совпадает с записью в формуляре;
- отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность установки, отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей и маркировки;
- отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей и маркировки на установке.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Подготовка к поверке выполняют следующие работы:

- Проверяют наличие данных о действующей поверке датчиков температуры и давления входящих в состав Установки.

- Подготавливают Установку, эталоны, средств измерений и вспомогательное оборудование в соответствии с их эксплуатационной документацией.

- Проверяют правильность монтажа и гидравлической системы Установки и электрических цепей. Проверяют, что выходной патрубок цилиндрического калиброванного участка соединен с входным трубопроводом измерительного участка. На измерительный участок ставят перемычку Ду25.



- Проверяют уровень жидкости в оборотной емкости, который должен быть не ниже 250 мм, и, при необходимости, доливают водопроводной воды.

- Устанавливают давление воздуха в пневмосистеме установки ( $0,6 \pm 0,03$ ) МПа с помощью редуктора давления установки. Контроль осуществляют по встроенному индикатору редуктора.

- Производят замеры условий проведения поверки, проверяют их соответствие установленным требованиям. Результаты заносят в протокол.

## 8.2 Опробование.

8.2.1 Запускают на выносном мониторе промышленного компьютера ПО «dashboard». Через экранное меню программы, руководствуясь техническим описанием и инструкцией по эксплуатации Установки:

- последовательно открывают и закрывают клапаны на входе расходомеров Ду2,5; Ду10; Ду25. Фиксируют срабатывание всех трех клапанов. Клапан Ду25 оставляют в открытом положении «вкл.»;

- задают частоту преобразователя 10 Гц;

- открывают клапан линии, ведущей от насоса к рабочему столу;

- включают питание насоса вручную кнопкой пуска насоса на ЩКУ;

- включают запуск управления насосом, после чего фиксируют работу насоса на малых оборотах и наблюдают показания ненулевого расхода на контрольном расходомере Ду25 и в соответствующем окне ПО «dashboard»;

- плавно увеличивают частоту, задав 20 Гц. Спустя несколько секунд задают 30 Гц;

- фиксируют увеличение оборотов вала насоса при каждом увеличении частоты и наблюдают возрастающие показания расхода на контрольном расходомере Ду25 и в соответствующем окне ПО;

- задают частоту преобразователя 10 Гц;

- ждут снижения оборотов насоса и включают останов управления насосом;

- выключают питание насоса вручную кнопкой останова насоса на ЩКУ;

- закрывают клапан линии, ведущей от насоса к рабочему столу;

- включают питание на сервопривод цилиндрического калиброванного участка вручную соответствующей кнопкой пуска на ЩКУ;

- в экранном меню ПО «dashboard» запускают «установку нуля» положения поршня цилиндрического калиброванного участка. Если поршень был не в начальном положении, то наблюдается его движение к нулю. Если поршень уже был в начальном положении, то движения не происходит. Остановка происходит автоматически;

- устанавливают расход для 1-го измерительного контура 600 л/ч;

- устанавливают объем 10 л;

- открывают клапан на входе контрольного расходомера Ду10;

- запускают движение поршня. В экранном меню ПО «dashboard» в окне эталонных СИ наблюдают возрастание с разной скоростью показаний с лазерной линейки цилиндрического калиброванного участка и с КР Ду10 до установившегося значения около 600 л/ч. Останов происходит спустя 60 с автоматически;

- запускают «установку нуля» положения поршня цилиндрического калиброванного участка;

- закрывают клапан на входе расходомера Ду10;

- выключают питание сервопривода цилиндрического калиброванного участка вручную соответствующей кнопкой останова на ЩКУ.

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если:



- все клапаны, задействованные в опробовании, открываются и закрываются по командам оператора через ПО «dashboard»;
- насос реагирует на изменение частоты управляющего сигнала (чем больше частота, тем выше обороты двигателя насоса);
- сервопривод цилиндрического калиброванного участка отрабатывает вытеснение заданного объема за установленное время и операцию установки нуля.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Включить питание Установки, руководствуясь ее техническим описанием и инструкцией по эксплуатации. После успешной загрузки главного экрана на встроенном мониторе ПЛК, включить питание промышленного компьютера. После запуска «рабочего стола» Windows на выносном мониторе промышленного компьютера запустить исполняемый файл tbs.tcl. В открывшемся окне программы нажать кнопку «Start server now!». Во вновь открывшемся окне в нижней строке считать идентификационное наименование ПО, указанное в кавычках, и номер версии.

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если значение идентификационного наименования ПО равно «prover», и номер версии ПО указан формате «1.XX», где на месте обозначения XX стоят цифры-идентификаторы варианта метрологически незначимой части ПО.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 10.1 Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра.

Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра выполнять или по п. 10.1.1, или по п.10.1.2.

#### 10.1.1 Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра с помощью весового устройства (далее - ВУ).

Определение относительной погрешности измерения объема жидкости калиброванным цилиндром Установки с помощью ВУ состоит в сравнении показаний Установки вытесненного поршнем из калиброванного цилиндра заданного объема жидкости, с рассчитанным объемом жидкости, поступившим в емкость на ВУ.

Значения задаваемых объемов на рекомендованных расходах указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Значения задаваемых объемов Установки при поверке с помощью ВУ

Номер серии измерений i	Объем, $\text{дм}^3$	Расход, $\text{м}^3/\text{ч}$
1	1,0	от 0,0011 до 0,03
2	10,0	от 0,2 до 0,8
3	20,2	от 1,2 до 2,5



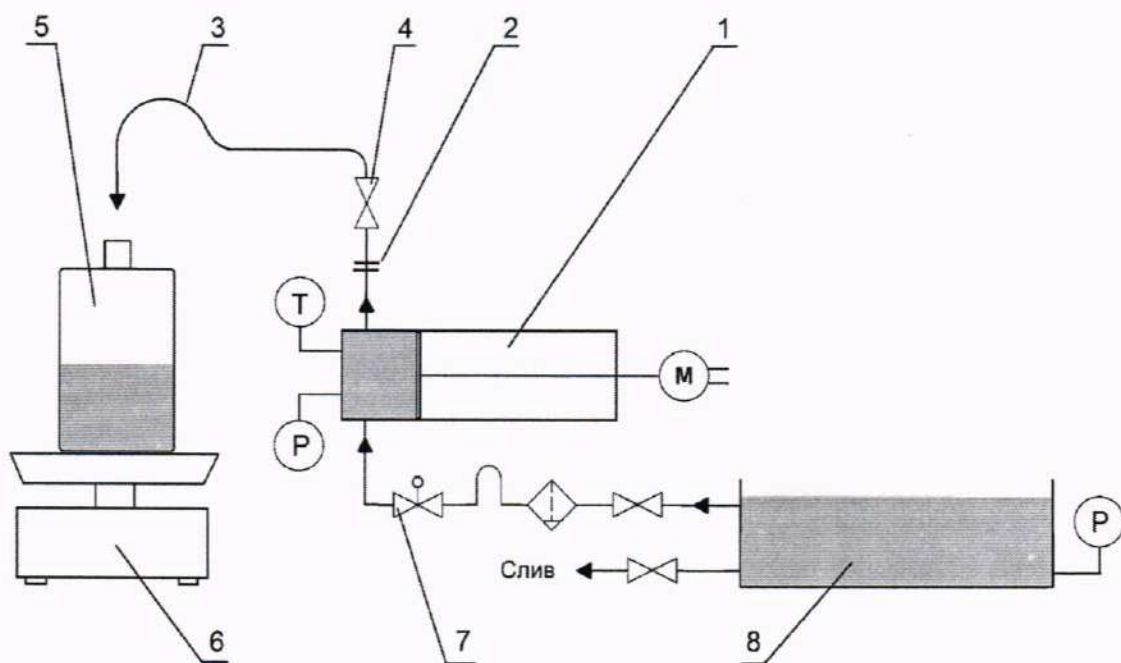


Рисунок 10.1 – Гидравлическая поверочная схема

1 – цилиндр компакт-прувера; 2 – разъемное соединение Clamp; 3 – отводная трубка «гусёк»; 4 – запорный кран отводной трубки; 5 – емкость на ВУ; 6 – ВУ; 7 – входной электропневмоклапан компак-прувера; 8 – обратная емкость

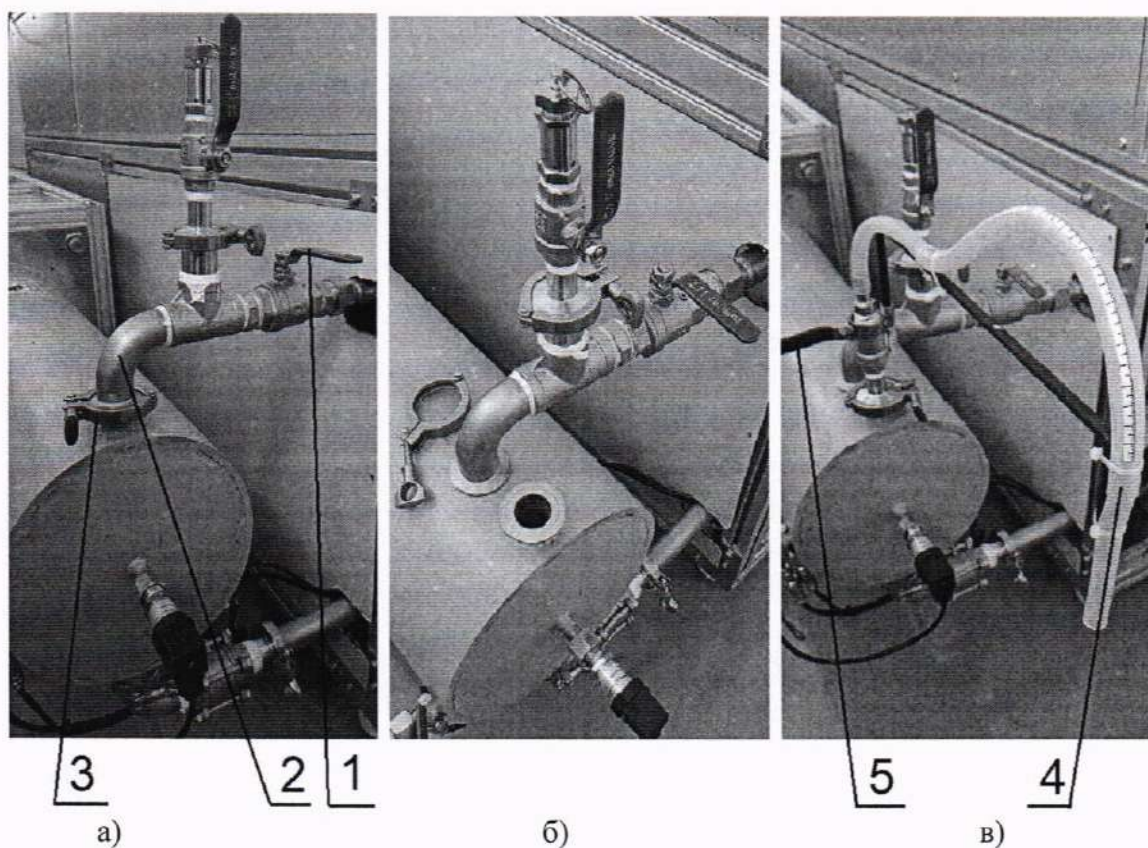


Рисунок 10.2 – Вид узла присоединения отводной трубки к калиброванному цилиндру:  
а) присоединение выходного патрубка цилиндра перед поверкой;  
б) выходной патрубок цилиндра, разобранный по соединению Clamp;  
в) монтаж отводной трубки по соединению Clamp на цилиндр.



Собрать гидравлическую схему (рисунок 10.1), для чего:

- перекрыть ручной запорный кран (рисунок 10.2, поз.1) на трубопроводе, ведущем от цилиндра к рабочему столу;
- выходной патрубок цилиндра (поз.2) отсоединить от цилиндра по разъёмному соединению типа «Clamp» (поз.3);
- присоединить к цилиндру отводную трубку (поз.4) с запорным краном (поз.5), который должен быть в закрытом положении;
- поставить под отводную трубку ВУ со смоченной тарой, ёмкость которой соответствует вытесняемому объёму по таблице 3.

*Примечания:*

1. Необходимо подбирать ёмкость, объём которой равен или незначительно превышает вытесняемый объём.
2. Ёмкость должна быть изготовлена из легких материалов, её вес не должен превышать 10% от веса вытесняемой калиброванным цилиндром жидкости.

Последовательность операций поверки:

- 1) включить питание 1-го контура;
- 2) перевести поршень цилиндра в нулевое положение;
- 3) открыть кран отводной трубки (поз.5, рисунок 10.2);
- 4) вытеснить воздух из отводной трубки (задать: проливаемый объём 0,05 дм<sup>3</sup>, расход 100 дм<sup>3</sup>/ч, запустить сервопривод калиброванного цилиндра);
- 5) после останова поршня выждать 20...30 с для прекращения каплепадения и полного останова жидкости в отводной трубке, после чего не допускать касания отводной трубки до запуска сервопривода;
- 6) произвести выборку массы тары путем установки нуля на ВУ;
- 7) снять показания датчика температуры жидкости в калиброванном цилиндре;
- 8) задать проливаемый объём и расход в соответствии с таблицей 3 и запустить сервопривод калиброванного цилиндра;
- 9) после останова поршня выждать 20...30 с для прекращения каплепадения и полного останова жидкости в отводной трубке, после чего не допускать касания отводной трубки до считывания показаний ВУ;
- 10) занести в протокол показания ВУ по массе вытесненной поршнем жидкости;
- 11) занести в протокол показания Установки по объёму вытесненной поршнем жидкости;
- 12) измерить погружным эталонным термометром температуру жидкости в ёмкости на ВУ;
- 13) измерить атмосферное давление и влажность воздуха около ВУ, данные занести в протокол;
- 14) закрыть кран отводной трубки (поз.5);
- 15) вылить воду из ёмкости на ВУ в оборотную ёмкость через сливное отверстие поддона рабочего стола, поставить ёмкость на ВУ;
- 16) сделать отбор проб измеряемой жидкости и определить её плотность в зависимости от температуры с помощью плотномера. В случае, если для поверки Установки используется дистиллированная вода, значение её плотности  $\rho_{ij}$  может определяться по таблицам ГСССД 2-77 либо по формуле (1).

$$\rho_{ij} = 999,8395639 + 0,06798299989 \cdot t_{ij} - 0,009106025564 \cdot t_{ij}^2 + 0,0001005272999 \cdot t_{ij}^3 - \\ - 0,000001126713526 \cdot t_{ij}^4 + 0,00000000659179606 \cdot t_{ij}^5, \quad (1)$$

где  $t_{ij}$  – температура поверочной жидкости в баке ВУ при  $i$ -й серии измерения  $j$ -й порции, °С;



Повторить операции с 2 по 15 не менее  $j=5$  раз для первой серии измерений (строка  $i=1$  из таблицы 3).

Повторить операции с 2 по 15 для проливки не менее  $j=5$  порций жидкости для второй и третьей серии измерений (строки  $i=2$  и  $i=3$  из таблицы 3).

Произвести для каждой порции каждого измерения пересчет массы жидкости на ВУ в значение объема по следующему алгоритму.

Вычислить плотность окружающего воздуха  $\rho_a$  по формуле:

$$\rho_a = \frac{(0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{0,0612 \cdot t_a})}{273,15 + t_a} \quad (2)$$

где

$t_a$  – температура воздуха, °C;

$P_a$  – барометрическое давление, гПа;

$h_a$  – относительная влажность воздуха, %.

Вычислить объем  $j$ -й порции поверочной жидкости при  $i$ -й серии измерений в емкости ВУ с учетом влияния условий поверки и корректирующих коэффициентов по формуле:

$$V_{\text{эти}j} = k_B \cdot \frac{m_{ij}}{\rho_{ij} - \rho_a} \quad (3)$$

где

$m_{ij}$  – масса  $j$ -й порции поверочной жидкости при  $i$ -й серии измерений ВУ, кг;

$\rho_{ij}$  – плотность  $j$ -й порции поверочной жидкости в емкости на ВУ при  $i$ -й серии измерений, кг/м<sup>3</sup>;

$k_B$  – постоянная ВУ (из протокола поверки или эксплуатационного документа ВУ). При отсутствии информации в протоколе поверки или в эксплуатационном документе на ВУ принимается равной 1;

Вычислить относительную погрешность измерения Установкой объема жидкости  $\delta_{V_{ij}}$  по формуле:

$$\delta_{V_{ij}} = \frac{V_{ij} - V_{\text{эти}j}}{V_{\text{эти}j}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где

$V_{ij}$  – объем  $j$ -й порции поверочной жидкости при  $i$ -й серии измерений Установкой, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{эти}j}$  – объем  $j$ -й порции поверочной жидкости при  $i$ -й серии измерений, рассчитанный по формуле (3), м<sup>3</sup>;

Рассчитать  $S_{\text{хкц}i}$  – среднеквадратическое отклонение (СКО) калиброванного цилиндра для каждой  $i$ -й серии измерений по формуле:

$$S_{\text{хкц}i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\delta_{V_{ij}} - \delta_{V_i})^2}{(n - 1)}}, \% \quad (5)$$

где

$n$  – количество порций поверочной жидкости при  $i$ -й серии измерений;

$\delta_{V_i}$  – среднее значение относительной погрешности для  $i$ -й серии измерений, рассчитанное по формуле:

$$\delta_{Vi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \delta_{Vij} \quad (6)$$

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если для всех порций поверочной жидкости при всех измерениях значения относительной погрешности измерения калиброванного цилиндра не выходят за пределы  $\pm 0,055 \%$ .

### 10.1.2 Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра с помощью мерников.

Определение метрологических характеристик калиброванного цилиндра с помощью мерников состоит в сравнении показаний Установки вытесненного поршнем из калиброванного цилиндра заданного объема жидкости, с объемом жидкости, по показания мерника.

Значения задаваемых объемов на рекомендованных расходах указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Значения задаваемых объемов на рекомендованных расходах.

Номер серии измерений i	Объем, дм <sup>3</sup>	Расход, м <sup>3</sup> /ч
1	2,01	от 0,003 до 0,03
2	10,01	от 0,2 до 0,8
3	20,01	от 1,2 до 2,5

Собирают гидравлическую поверочную схему (рисунок 10.1), аналогичную весовому методу, но вместо емкости (поз.5) устанавливают мерник, а ВУ (поз.6) исключают. Мерник предварительно смачивают, сливают и обеспечивают стекание из него капель в течение 1 минуты.

Последовательность операций поверки:

- 1) включить питание 1-го контура;
- 2) перевести поршень цилиндра в нулевое положение;
- 3) открыть кран отводной трубки (поз.5, рисунок 10.2);
- 4) вытеснить воздух из отводной трубки в вспомогательную емкость (задать: проливаемый объем 0,05 дм<sup>3</sup>, расход 100 дм<sup>3</sup>/ч, запустить сервопривод калиброванного цилиндра);
- 5) после останова поршня выждать 20...30 с для прекращения каплепадения и полного останова жидкости в отводной трубке, после чего не допускать касания отводной трубки до запуска сервопривода;
- 6) убрать вспомогательную емкость, поставить под отводную трубку горловину мерника;
- 7) снять показания датчика температуры жидкости в калиброванном цилиндре;
- 8) задать проливаемый объем и расход в соответствии с таблицей 4 и запустить сервопривод калиброванного цилиндра;
- 9) после останова поршня выждать 20...30 с для прекращения каплепадения и полного останова жидкости в отводной трубке, после чего не допускать касания отводной трубки до считывания показаний мерника;
- 10) занести в протокол показания мерника по объему вытесненной поршнем жидкости;

*Примечания:*

1. При использовании мерников с горловиной с прозрачными окнами и шкалой с отметками вместимости или непрозрачной горловиной с уровнемерной трубкой и шкалой с отметками вместимости, показания мерника считываются непосредственно с его шкалы.



2. При использовании мерников с отметкой номинальной вместимости на горловине, недолив до отметки компенсируют добавлением необходимого объема воды с помощью цилиндра (пипетки), перелив сверх отметки отбирают с помощью пипетки. При этом объем добавленной (отобранной) воды фиксируют по шкале цилиндра (пипетки) и, соответственно, вычитают или прибавляют к значению номинальной вместимости мерника.

3. Если геометрические размеры мерника и сливного устройства калиброванного цилиндра не позволяют без риска потерь измеряемой среды осуществить слив воды из калиброванного цилиндра в мерник, то слив может производиться с применением заранее смоченной вспомогательной емкости.

- 11) занести в протокол показания Установки по объему вытесненной поршнем жидкости;
- 12) измерить погружным эталонным термометром температуру жидкости в мернике;
- 13) измерить атмосферное давление и влажность воздуха около ВУ, данные занести в протокол;
- 14) закрыть кран отводной трубки (поз.5);
- 15) вылить воду из мерника в оборотную емкость, обеспечить стекание капель из мерника в течение 1 минуты.

Повторить для мерника с номинальной емкостью 2 л операции с 2 по 15 его наполнения не менее  $j=5$  раз (строка  $i=1$  из таблицы 4).

Повторить для остальных мерников операции с 2 по 15 их наполнения не менее  $j=5$  раз (строки  $i=2$  и  $i=3$  из таблицы 4).

Произвести для каждой порции каждого измерения приведение сличаемых объемов к одинаковым условиям по следующему алгоритму.

Учесть поправку на изменение номинального объема мерника при температуре его применения по формуле

$$V_{ij} = V_{m20i} \cdot (1 + 3 \cdot \alpha_m \cdot (t_{jmi} - 20)) \quad (7)$$

где

$t_{jmi}$  – температура  $j$ -ой порции жидкости в  $i$ -м мернике, °C;

$V_{tjmi}$  – значение номинальной вместимости  $i$ -го мерника после наполнения его  $j$ -ой порцией жидкости с температурой  $t_{jmi}$ ;

$V_{m20i}$  – действительное значение вместимости  $i$ -го мерника при 20 °C;

$\alpha_m$  – коэффициент объемного расширения материала мерника. Для мерников М1Р принимается равным 0,0000125 1/°C;

При использовании мерника с отметкой номинальной вместимости (без шкалы) вычислить суммарный объем жидкости в мернике  $V_{\Sigma ij}$ , как сумму номинальной вместимости мерника при температуре  $t_{jmi}$  и объема отобранной (добавленной) жидкости  $\Delta V_{ij}$  с помощью пипетки (цилиндра). При этом отобранный объем входит в уравнение (8) со знаком плюс, добавленный объем – со знаком минус

$$V_{\Sigma ij} = V_{tjmi} \pm \Delta V_{ij} \quad (8)$$

Привести суммарный объем жидкости в мернике к температуре жидкости в калиброванном цилиндре по формуле

$$V'_{\Sigma ij} = V_{\Sigma ij} \cdot \frac{\rho_{jmi}}{\rho_{жцi}} \quad (9)$$

где

$\rho_{жмij}$  – плотность  $j$ -й порции жидкости в мернике при  $i$ -м измерении, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{жцij}$  – плотность  $j$ -й порции жидкости в калиброванном цилиндре при  $i$ -м измерении, кг/м<sup>3</sup>;

Вычислить относительную погрешность измерения Установкой объема жидкости  $\delta_{vij}$  по формуле

$$\delta_{vij} = \frac{V_{ij} - V'_{\Sigma ij}}{V'_{\Sigma ij}} \cdot 100, \% \quad (10)$$

где

$V_{ij}$  – объем  $j$ -й порции поверочной жидкости при  $i$ -й серии измерений Установкой, м<sup>3</sup>.

Рассчитать  $S_{хкц}$  – (СКО) калиброванного цилиндра, % по формуле (5).

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если для всех порций поверочной жидкости при всех измерениях значения относительной погрешности измерения объема калиброванного цилиндра не выходят за пределы  $\pm 0,055$  %.

## 10.2 Определение относительной погрешности измерения объема жидкости в потоке и объемного расхода контрольным расходомером.

10.2.1 Демонтировать контрольный расходомер Ду25 (далее - КР) вместе с его прямыми участками и установить на установку поверочную 1-го разряда. Произвести определение относительной погрешности измерений объема жидкости КР в контрольных точках расхода, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Значения поверочного расхода при поверке контрольного расходомера Ду25

Номер $i$ контрольной точки расхода	1	2	3	4	5
Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч:	от 1,5 до 1,6	от 6,5 до 6,7	от 11,7 до 11,8	от 16,8 до 16,9	от 22,0 до 22,2

При каждом  $i$ -м значении расхода произвести не менее  $n=5$  измерений. Время проведения (накопления) одного  $j$ -го измерения должно быть не менее 60 с или не менее 8000 импульсов.

Для каждого  $j$ -го измерения рассчитать относительную погрешность измерений объема жидкости по формуле (11):

$$\delta_{vij} = \frac{V_{ij} - V_{\varepsilon tij}}{V_{\varepsilon tij}} \cdot 100, \% \quad (11)$$

где

$V_{ij}$  – объем по расходомеру, м<sup>3</sup>;

$V_{\varepsilon tij}$  – объем по поверочной установке, м<sup>3</sup>;

$j$  – порядковый номер измерения для  $i$ -й контрольной точки расхода.

Для каждой  $i$ -й контрольной точки расхода определить СКО относительной погрешности, полученной для серии из  $n$  измерений:



$$S_{\text{хКРi}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\delta_{Vij} - \delta_{Vi})^2}{(n-1)}} \quad (12)$$

где  $\delta_{Vi}$  – среднее значение полученной относительной погрешности при измерении в  $i$ -й точке расхода:

$$\delta_{Vi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \delta_{Vij} \quad (13)$$

Результат поверки по п.10.2.1 считается положительным, если при всех измерениях значения относительной погрешности измерения расходомером объема не выходят за пределы  $\pm 0,19\%$  и СКО относительной погрешности измерения в каждой контрольной точке расхода  $S_{\text{хКРi}} \leq 0,06\%$ .

10.2.2 Установить КР с прямыми участками обратно на место эксплуатации.

Произвести определение относительной погрешности измерений объема жидкости КР в контрольных точках расхода:  $Q_1$  (от 1,5 до 1,6) м<sup>3</sup>/ч;  $Q_2$  (от 2,4 до 2,5) м<sup>3</sup>/ч. В качестве эталонного значения объема использовать значение объема вытесненного поршнем из калиброванного цилиндра. В каждой точке расхода задавать значение объема 20 дм<sup>3</sup>.

При каждом значении расхода произвести не менее 3-х измерений.

Вычислить относительную погрешность измерения КР объема жидкости  $\delta_{V_{\text{кр}}}$  по формуле:

$$\delta_{V_{\text{кр}}} = \frac{V_{\text{кр}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100, \%, \quad (14)$$

где

$V_{\text{кр}}$  – значение объема жидкости по показаниям КР, дм<sup>3</sup>;

$V_{\text{эт}}$  – объем порции поверочной жидкости при  $i$ -м измерении Установкой 1-го контура, дм<sup>3</sup>.

Результат поверки по пункту 10.2 считается положительным, если для всех порций поверочной жидкости при всех измерениях значения относительной погрешности измерения объема жидкости КР не выходят за пределы  $\pm 0,19\%$ .

### 10.3 Определение диапазона расхода, воспроизводимого установкой

Диапазон расхода жидкости, воспроизводимый установкой, определяется нижним и верхним значениями расхода на измерительных контурах:

- верхний предел определяется наибольшим значением расхода, зафиксированным средством измерений расхода, находящимся в соответствующем измерительном контуре;
- нижний предел определяется наименьшим значением расхода, зафиксированным средством измерений расхода, находящимся в соответствующем измерительном контуре;

Для этого согласно эксплуатационной документации устанавливают поочередно наименьший и наибольший расходы жидкости в измерительных контурах установки, и не менее 20 секунд регистрируют значение расхода по показаниям установки.

Результат поверки считается положительным, если показания средств измерения расхода каждого контура установки стабильны и не превышают  $\pm 5\%$  от максимального и минимального значений расхода, указанных в описании типа для каждого контура установки.

#### 10.4 Определение относительной погрешности расходомеров 1-го измерительного контура

Произвести определение относительной погрешности измерений объема жидкости расходомеров в контрольных точках расхода согласно таблиц 6 и 7

Таблица 6 - Значения поверочных расходов и объемов для расходомера Ду10

Номер поверочной точки	1	2	3
Значение диапазона расхода жидкости, м <sup>3</sup> /ч	от 0,18 до 0,19	от 0,8 до 0,9	от 1,7 до 1,8
Значение объема жидкости, дм <sup>3</sup>	4	20	20

Таблица 7 - Значения поверочных расходов и объемов для расходомера Ду2,5

Номер поверочной точки	1	2	3
Значение диапазона расхода жидкости, м <sup>3</sup> /ч	от 0,018 до 0,019	от 0,08 до 0,09	от 0,18 до 0,19
Значение объема жидкости, дм <sup>3</sup>	1	2	4

При каждом значении расхода произвести не менее 3-х измерений.

Вычислить относительную погрешность измерения расходомерами объема жидкости  $\delta_{V_p}$  по формуле:

$$\delta_{V_p} = \frac{V_p - V_{эт}}{V_{эт}} \cdot 100, \% \quad (15)$$

где

$V_p$  – значение объема жидкости по показаниям расходомера, дм<sup>3</sup>;

$V_{эт}$  – объем порции поверочной жидкости при i-м измерении Установкой 1-го контура, дм<sup>3</sup>.

Результат поверки по пункту 10.4 считается положительным, если для всех порций поверочной жидкости при всех измерениях значения относительной погрешности измерения объема жидкости расходомерами не выходят за пределы  $\pm 1,0\%$ .

#### 10.5 Определение абсолютной погрешности счета количества импульсов

Средство воспроизведения количества импульсов (калибратор) подключить к входным клеммам счетчика №1 многоканального модуля счетчиков. При необходимости использовать устройство согласования уровней выходного каскада калибратора и входов многоканального модуля счетчиков.

Настроить калибратор на генерацию пачек импульсов в соответствии с таблицей 8 для первого варианта (i=1).



Таблица 8 – Варианты настройки калибратора по количеству и частоте следования счетных импульсов в пачках

Номер варианта настройки	i=1	i=2
Количество импульсов в пачке $N_i$	2500	300000
Частота следования импульсов $F_i$ , Гц	25	3000

Произвести старт многоканального модуля счетчиков нажатием соответствующей кнопки на его лицевой панели. Включить генерацию настроенной пачки импульсов на калибраторе, подсчет начнется автоматически по первому фронту первого импульса пачки. По истечении времени генерации пачки произвести ручную остановку счета кнопкой на лицевой панели модуля счетчиков. С помощью кнопок лицевой панели многоканального модуля счетчиков выбрать счетчик №1 и считать с индикатора количество поступивших на него импульсов.

Определить абсолютную погрешность - разность между количеством посчитанных счетчиком импульсов и количеством импульсов в пачке, сгенерированных калибратором:

$$\Delta n_{ij} = n_{ij} - N_i \quad (16)$$

где

$i$  – номер одного из вариантов настройки калибратора;

$j$  – порядковый номер счетчика в многоканальном модуле;

$n_{ij}$  – количество импульсов, посчитанных счетчиком номер «j» при настройках калибратора по варианту номер «i»;

$N_i$  – количество импульсов в пачке при настройках калибратора по варианту номер «i»;

Калибратор пачек импульсов подключить последовательно к входным клеммам остальных счетчиков и повторить действия и вычисления по данному пункту для всех счетчиков многоканального модуля.

Настроить калибратор на генерацию пачек импульсов по следующему варианту (i=2) в соответствии с таблицей 8. Подключая последовательно калибратор пачек импульсов к входным клеммам всех счетчиков многоканального модуля, снять показания счетчиков в описанной выше последовательности и вычислить погрешности по формуле (16).

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если полученные значения абсолютной погрешности при подсчете количества импульсов при каждом варианте настройки калибратора для каждого испытанного счетчика многоканального модуля не превышают  $\pm 1$  импульс.

#### 10.6 Определение допускаемой абсолютной погрешности преобразования сопротивления в значение температуры

Отсоединить один из датчиков температуры Pt100 от Установки по стыковочному разъему. Подключить магазин сопротивлений к разъему вместо отключенного датчика. Задать магазином значения сопротивлений  $R_{ЭТ}$  (с учётом внутреннего сопротивления магазина), соответствующие значениям температуры  $t_0$  согласно таблице 9.

Таблица 9 – Значения тестовых сопротивлений

$t_0$ , °C	15	20	25	30
$R_{ЭТ}$ , Ом	105,85	107,79	109,73	111,67

Абсолютную погрешность измерения Установкой температуры, °C, рассчитать по формуле

$$\Delta t = t_i - t_0, \quad (17)$$

где

$t_i$  – значение температуры, измеренное Установкой, °C;

$t_0$  – значение температуры, заданное магазином сопротивлений, °C.

Повторить последовательно подключение магазина сопротивления вместо 2-х других датчиков температуры, произвести задание значений тестовых сопротивлений и расчет погрешности.

Результат поверки считается положительным, если абсолютная погрешность преобразования сопротивления в значение температуры для всех каналов измерения температуры, не превышает  $\pm 0,1$  °C.

#### **10.7 Определение допускаемой, приведенной к диапазону измерения силы тока, погрешности измерений силы тока**

Отсоединить один из датчиков давления от Установки по стыковочному разъему. Подключить калибратор тока к разъему вместо отключенного датчика. Последовательно задать на калибраторе тока значения, равные 5; 12; 19 мА.

Приведённую к диапазону измерения силы тока погрешность измерений Установкой силы тока, %, рассчитать по формуле

$$\gamma_i = \frac{I_i - I_0}{16} \cdot 100, \%, \quad (18)$$

где

$I_i$  – значение силы тока, соответствующее давлению, измеренному Установкой, мА;

$I_0$  – значение силы тока, заданное калибратором тока, мА.

Значения  $I_i$ , мА, определить по формуле:

$$I_i = \frac{16 \cdot P_0}{P_{\max}} + 4, \quad (19)$$

где

$P_0$  – давление измеренное Установкой, атм;

$P_{\max}$  – давление, соответствующее току 20 мА, атм.

Результат поверки считается положительным, если значения приведенной к диапазону измерения силы тока погрешности измерений силы тока не превышают  $\pm 0,5$  %.

#### **10.8 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по калиброванному цилиндру**

10.8.1 Рассчитать для каждой  $i$ -й серии измерений неисключенную систематическую погрешность (НСП)  $\theta_\Sigma$ , % по следующим формулам:

При поверке по мерникам.

$$\theta_\Sigma = 1,1 \sqrt{(\delta_{V20})^2 + \delta_{\text{и}}^2 + \delta_{V_{l\max}}^2} \quad (20)$$



где:

$\delta_{V_{i\max}}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности среди  $\delta_{V_{ij}}$ , полученных по формуле 4, %;

$\delta_{V20}$  – относительная погрешность мерника, равная 0,02 %;

$\delta_{и}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности импульсного входа, равное 0,0003 %.

При проверке по ВУ.

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{(\delta_{ВУ})^2 + \delta_{и}^2 + \delta_{V_{i\max}}^2} \quad (21)$$

где:

$\delta_{V_{i\max}}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности среди  $\delta_{V_{ij}}$ , полученных по формуле 4, %;

$\delta_{ВУ}$  – относительная погрешность ВУ, %;

$\delta_{и}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности импульсного входа, равное 0,0003 %.

10.8.2 Рассчитать доверительные границы СКО среднего  $\varepsilon$ , % по следующей формуле:

$$\varepsilon = t_{0,95} \cdot S_{\text{хкц}} \quad (22)$$

где

$t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности  $p=0,95$ ;

$S_{\text{хкц}}$  – наибольшее СКО калиброванного цилиндра, % из рассчитанных по формуле (5).

10.8.3 Рассчитать СКО НСП воспроизводимой величины  $S_{\theta}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{1,1 \cdot \sqrt{3}} \quad (23)$$

10.8.4 Рассчитать суммарное среднее СКО  $S_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\text{хкц}}^2 + S_{\theta}^2} \quad (24)$$

10.8.5 Рассчитать доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости при работе по калиброванному цилиндру:

$$\delta \Sigma_{V_{\text{кц}}} = \pm (K \cdot S_{\Sigma}), \% \quad (25)$$

где

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\text{хкц}} + S_{\theta}} \quad \text{– эмпирический коэффициент.}$$

Результат поверки считать положительным, если полученное значение  $\delta \Sigma_{V_{\text{кц}}}$  рассчитанное по формуле (25) не превышает  $\pm 0,06$  %.

**10.9 Определение пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по КР**

10.9.1. Рассчитать для каждой  $i$ -й контрольной точки расхода неисключенную систематическую погрешность (НСП)  $\theta_{\Sigma}$ , % по следующим формулам:

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{\left(\frac{\theta_{\text{уст}}}{1,1}\right)^2 + \delta_{\text{и}}^2 + \delta_{\text{кр}}^2} \quad (26)$$

где

$\delta_{\text{кр}}$  – наибольшее по модулю значение погрешности расходомера при измерении объема жидкости на заданном расходе, %;

$\delta_{\text{и}}$  – наибольшее по модулю значение относительной погрешности импульсного входа, %;

$\theta_{\text{уст}}$  – значение НСП эталонной установки, на которой поверялся КР, из протокола поверки на установку.

При отсутствии протокола поверки на эталонную установку рассчитать НСП эталонной установки по формуле:

$$\theta_{\text{уст}} = \frac{\delta_{\text{уст}}}{\sqrt{3}} \quad (27)$$

где

$\delta_{\text{уст}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) установки поверочной, соответствующей эталону при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости. Если  $\delta_{\text{уст}}$  объема и объемного расхода различны, то принимать наибольшее значение.

10.9.2 Рассчитать доверительные границы СКО среднего  $\varepsilon$ , % по следующей формуле:

$$\varepsilon = t_{0,95} \cdot S_{\text{хКР}} \quad (28)$$

где

$t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности  $p=0,95$ ;

$S_{\text{хКР}}$  – наибольшее СКО КР, %, рассчитанное по формуле (12).

10.9.3. Рассчитать СКО НСП воспроизводимой величины  $S_{\theta}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{1,1 \cdot \sqrt{3}} \quad (29)$$

10.9.4 Рассчитать суммарное среднее СКО  $S_{\Sigma}$ , % по следующей формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\text{хКР}}^2 + S_{\theta}^2} \quad (30)$$

10.9.5. Рассчитать доверительные границы суммарной погрешности установки при измерении (воспроизведении единиц) объема жидкости в потоке и объемного расходов жидкости при работе по КР:



$$\delta\Sigma_{V_{кр}} = \pm(K \cdot S_{\Sigma}), \% \quad (31)$$

где:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{хкр} + S_{\theta}} - \text{эмпирический коэффициент.}$$

Результат поверки считать положительным, если полученное значение  $\delta\Sigma_{V_{кр}}$ , рассчитанное по формуле (31) не превышает  $\pm 0,2\%$ .

#### 10.10 Проверка соответствия установки обязательному требованию к эталону

При положительных результатах поверки, установка в зависимости от пределов допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) при применении калиброванного цилиндра может соответствовать рабочему эталону 1-го разряда единиц объема в потоке и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, при применении КР может соответствовать рабочему эталону 2-го разряда единиц объема в потоке и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356.

### 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки Установки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.3 Знак поверки наносится согласно схемы обозначения мест нанесения знака поверки из описания типа на Установку поверочную трубопоршневую АТПУ-20.

11.4 При положительных результатах поверки Установки по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя в формуляре Установки.

11.5 При отрицательных результатах поверки, Установка к эксплуатации не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер  
отдела 208  
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Д.П. Ломакин