

1409

УТВЕРЖДАЮ



Российский государственный центральный научно-исследовательский институт метрологии
Федеральный научный центр «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

А.Ю. Кузин

« 28 » _____ 2006 г.

ИНСТРУКЦИЯ

РАСХОДОМЕРНАЯ ПОВЕРОЧНАЯ УСТАНОВКА

Методика поверки

СДАИ.441542.002 МП



Зам. генерального директора
по качеству – главный метролог
ФГУП «НИИ физических измерений»

А.А. Целикин

« _____ » _____ 2006 г.

Содержание

Вводная часть	3
<u>1</u> <u>Операции поверки</u>	3
<u>2</u> <u>Средства поверки</u>	3
<u>3</u> <u>Требования безопасности</u>	3
<u>4</u> <u>Условия поверки</u>	3
<u>5</u> <u>Подготовка к поверке</u>	5
<u>6</u> <u>Проведение поверки</u>	5
<u>7</u> <u>Оформление результатов поверки</u>	11

Вводная часть

Настоящая методика поверки распространяется на расходомерную поверочную установку, предназначенную для воспроизведения потока жидкости (воды) при проведении поверки кориолисовых массовых расходомеров и других средств измерений (СИ) объемного и массового расхода. Схема расходомерной поверочной установки изображена на рисунке 1.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при периодической поверке
Контроль внешнего вида, маркировки	6.1	да
Определение диапазона воспроизводимых расходов жидкости	6.2	да
Определение погрешностей воспроизведения расхода жидкости	6.3	да
Опробование методики поверки «Compact Prover»	6.4	да

1.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование операции	Наименование и нормативные документы на средства поверки, основные технические характеристики
Диапазон воспроизводимых расходов	Ареометр АОН-1 по ГОСТ 18481-81, диапазон измерений от 0,9 до 1,1 кг/м ³ ; термометр ртутный по ГОСТ 9871-75
Опробование методики поверки «Compact Prover»	Комплект течеискателя № 911-12-360-00; контрольное устройство для проливки (контрольная мера модели «М» фирмы «Seraphin» объемом 40 л) зав. № 003-19425; термометр ртутный по ГОСТ 9871-75

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80 и требования на конкретное поверочное оборудование.

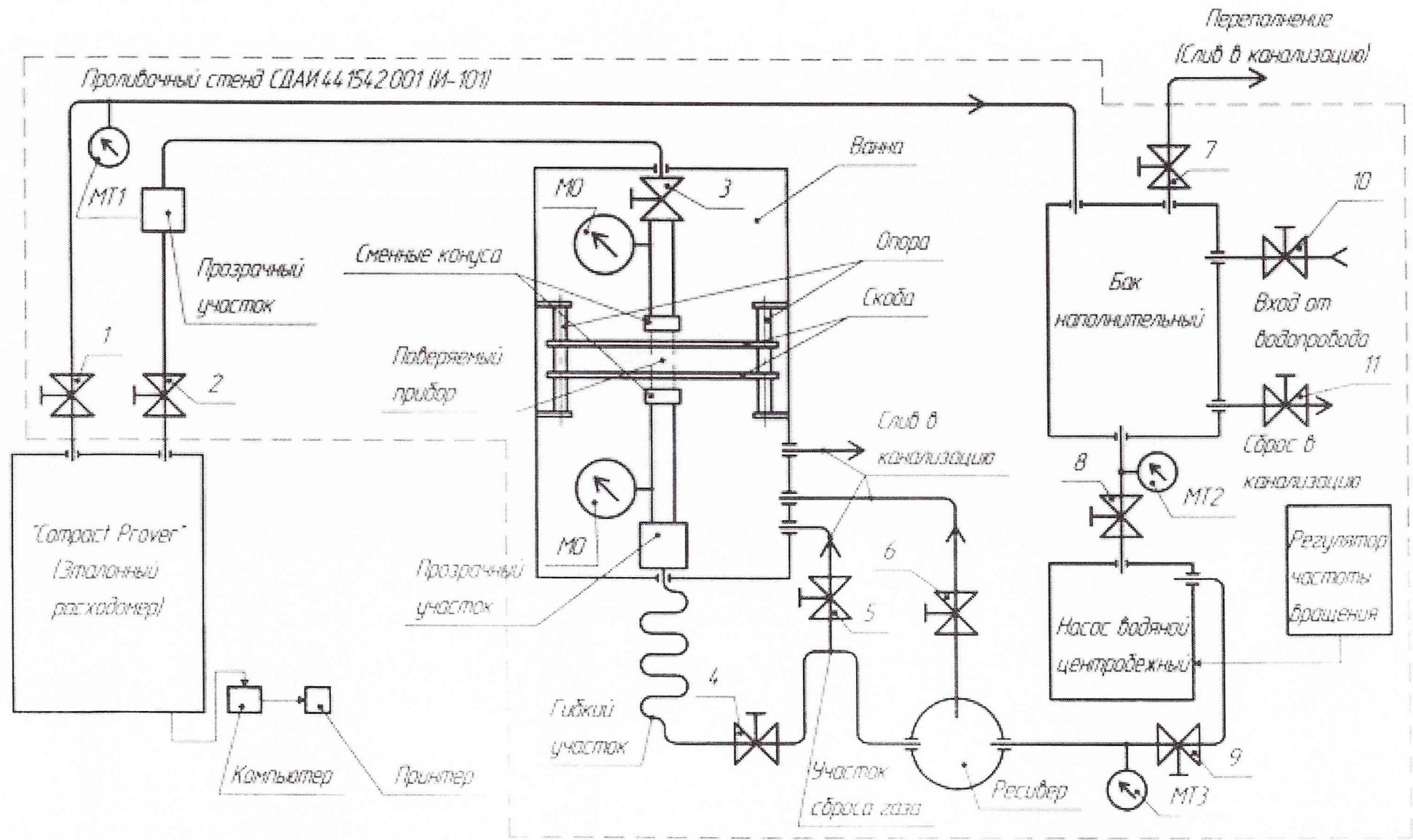


Рисунок 1 – Схема расходомерной поверочной установки

4 Условия поверки

4.1 при проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура воздуха, °С 25 ± 10 ;
- относительная влажность, % $45 \div 80$;
- атмосферное давление, кПа $86 \div 106$.

При температуре воздуха выше $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ относительная влажность не должна превышать 70%.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки подготовить средства поверки к работе согласно инструкциям на них.

5.2 Не допускается применять средства поверки, срок обязательных поверок которых истек.

6 Проведение поверки

6.1 Контроль внешнего вида, маркировки

При проведении внешнего осмотра проверить:

- наличие руководства по эксплуатации на установку;
- соответствие комплектности, размещения и монтажа установки требованиям руководства по эксплуатации;
- наличие действующих документов о поверке средств измерений;
- целостность трубопроводов и входящих в конструкцию установки элементов;
- целостность прозрачных участков измерительного участка трубной обвязки;
- соответствие требованиям безопасности.

6.2 Определение диапазона воспроизводимых расходов жидкости

6.2.1 Установить вспомогательную перемычку (на место установки поверяемого прибора) с диаметром условного прохода $D_y = 10\text{ мм}$.

6.2.2 Перекрыть вентили поз. 4, 5, 6, 8, 9, 11.

6.2.3 Открыть вентиль поз. 10 подачи воды от водопровода в бак и вентиль переполнения поз. 7.

6.2.4 Заполнить самотеком систему водой (степень заполнения определять по прозрачным участкам измерительного участка).

6.2.5 Включить электропитание устройств управления и контроля, подключаемых к стенду.

6.2.6 Включить электродвигатель водяного центробежного насоса на малых оборотах и, регулируя подачу воды в систему преобразователем частоты вращения электродвигателя и вентилем поз. 9, заполнить всю систему (до появления воды из сливной трубы в наполнительный бак).

6.2.7 Увеличивая регулятором частоты вращения производительность насоса, заполнить все магистрали РПУ и прокачать до полного исчезновения воздушных пузырьков при визуальном наблюдении потока воды в прозрачных участках трубопроводов (стравливание взвешенного в воде воздуха производят вентилями поз. 5, поз. 6).

6.2.8 Регулируя подачу воды в систему преобразователем частоты вращения электродвигателя насоса и вентилем поз. 9, установить максимальный объемный расход воды.

6.2.9 Выждать, пока температура воды в установке и температура воды в пробоотборнике не выровняется в пределах $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.2.10 Произвести измерения плотности воды ареометром и температуры в пробоотборнике термометром и занести измеренное значение плотности воды ρ в таблицу 3 (поправку на показания ареометра вводить по показаниям термометра).

6.2.11 Проверить по манометру МТЗ величину максимального рабочего давления, создаваемого в системе.

- 6.2.12 Регулируя подачу воды в систему преобразователем частоты вращения электродвигателя насоса и вентилем поз. 9, установить минимальный объемный расход воды.
- 6.2.13 Измерить с помощью «Compact Prover» и портативного компьютера «Omni» величину минимального объемного расхода воды $Q_{V\min}$ и занести полученное значение в таблицу 3.
- 6.2.14 Немного увеличить объемный расход воды, а затем снова установить минимальный объемный расход воды и произвести операции по п.п. 6.2.13.
- 6.2.15 Провести операции по п. 6.2.14 еще 3 раза.
- 6.2.16 Регулируя подачу воды в систему преобразователем частоты вращения электродвигателя насоса и вентилем поз.9, установить максимальный объемный расход воды.
- 6.2.17 Измерить с помощью «Compact Prover» и портативного компьютера «Omni» величину максимального объемного расхода воды $Q_{V\max}$ и занести полученное значение в таблицу 3.
- 6.2.18 Немного уменьшить объемный расход воды, а затем снова установить максимальный объемный расход воды и произвести операции по п. 6.2.17.
- 6.2.19 Провести операции по п.п. 6.2.18 еще 3 раза.
- 6.2.20 Выключить электродвигатель насоса.
- 6.2.21 Закрыть вентили поз. 1, 3, 4, 10.
- 6.2.22 Заменить вспомогательную перемычку (на место установки поверяемого прибора) на $D_y = 25$ мм.
- 6.2.23 Открыть вентили поз. 1, 3, 4, 10.
- 6.2.24 Провести операции по п.п. 6.2.6 ÷ 6.2.21 для $D_y = 25$ мм.
- 6.2.25 Заменить вспомогательную перемычку (на место установки поверяемого прибора) на $D_y = 40$ мм.
- 6.2.26 Открыть вентили поз.1, 3, 4, 10.
- 6.2.27 Провести операции по п.п. 6.2.6 ÷ 6.2.21 для $D_y = 40$ мм.

Таблица 3.

D_y , мм	ρ , кг/м ³	$Q_{V\min}$, м ³ /час					$\bar{Q}_{V\min}$, м ³ /час	$Q_{V\max}$, м ³ /час					$\bar{Q}_{V\max}$, м ³ /час	
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
10														
25														
40														

- 6.2.28 Определить среднюю величину минимального массового расхода воды по формуле:

$$\bar{Q}_{M\min} = \frac{\bar{Q}_{V\min} \cdot \rho}{60},$$

где $\bar{Q}_{V\min}$ – среднее значение минимального объемного расхода воды по 5-ти измерениям,

$$\bar{Q}_{V\min} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 Q_{V\min};$$

ρ – плотность воды с учетом поправки на температуру,

и полученное значение занести в таблицу 4.

- 6.2.29 Определить среднюю величину максимального массового расхода воды по формуле:

$$\bar{Q}_{M\max} = \frac{\bar{Q}_{V\max} \cdot \rho}{60},$$

где $\bar{Q}_{V \max}$ – среднее значение максимального объемного расхода воды по 5-ти измерениям, $\bar{Q}_{V \max} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 Q_{V \max}$,

ρ – плотность воды с учетом поправки на температуру, и полученное значение занести в таблицу 4.

Таблица 4.

Ду, мм	$\bar{Q}_{M \min}$, кг/мин	$\bar{Q}_{M \max}$, кг/мин
10		
25		
40		

6.3 Определение погрешности воспроизведения объемного и массового расходов

6.3.1 Определение погрешности воспроизведения объемного расхода.

Погрешность воспроизведения объемного расхода определяется погрешностью контрольно-поверочной установки «Compact Prover», при условии, что РПУ обеспечивает возможность задавать любые значения расхода в диапазоне измерений (при отсутствии погрешности дискретности задания значений объемного расхода).

При совпадении всех значений в строках таблицы 3 принимается:

$$\gamma_{VRPU} = \gamma_{VKPU},$$

где γ_{VKPU} – определяется по п. 6.4.

Если совпадение значений в таблице 3 не достигнуто, то

$$\gamma_{VRPU} = \gamma_{VKPU} + \gamma_{V \text{воспр}}, \quad (*)$$

где $\gamma_{V \text{воспр}} = \delta_{Vc} + 2 \cdot \sigma_V$,

$$\delta_{Vc} = \frac{Q_{V \text{зад}} - \bar{Q}_{V \min(\max)}}{Q_{V \text{зад}}} \cdot 100 \%,$$

$$\sigma_V = \frac{100}{Q_{V \text{зад}}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Vi} - \bar{Q}_{V \min(\max)})^2}{n-1}}.$$

Значения $\gamma_{V \text{воспр}}$ определяются для каждого из задаваемых значений объемного расхода (таблица 3), в формулу (*) берется максимальное значение $\gamma_{V \text{воспр}}$.

6.3.2 Определение погрешности воспроизведения массового расхода.

Погрешность воспроизведения минимального (максимального) массового расхода определить по следующей формуле:

$$\delta_M = \sqrt{\gamma_{VRPU}^2 + \gamma_p^2},$$

где γ_{VRPU} – погрешность воспроизведения объемного расхода;

γ_p – погрешность ареометра (относительная) в %.

6.4 Опробование методики поверки «Compact Prover»

6.4.1 Проверка контрольно-поверочной установки «Compact Prover» на герметичность.

6.4.1.1 Закрывать выпускной вентиль «Compact Prover».

6.4.1.2 Заполнить «Compact Prover» жидкостью и выпустить весь воздух из главного цилиндра через выпускные клапаны, расположенные на входном и выходном фланцах. Это действие приведет в движение измерительный поршень внутри главного цилиндра.

6.4.1.3 Проверить давление в нагнетательной камере (см. п. 6.3.2).

6.4.1.4 Вывернуть винт из бобышки на конце оптической крышки.

6.4.1.5 Ввернуть стойку индикатора в отверстие и установить циферблатный индикатор на стойку.

6.4.1.6 Вывернуть винт из торца шпильки крепления оптических переключателей.

6.4.1.7 Установить измерительный поршень в верхнее положение для того, чтобы можно было легко присоединить стержень индикатора.

6.4.1.8 Вставить отрезок стержня индикатора с более крупной резьбой через отверстие шпильки крепления до упора в оптический штوك «Compact Prover».

6.4.1.9 По мере необходимости до достижения нужных участков контроля утечки добавить отрезки стержня в порядке убывания размера резьбы.

6.4.1.10 Передвинуть измерительный стержень вниз по потоку, спустив давление на выпускном клапане выходного фланца.

6.4.1.11 Перед началом проверки «Compact Prover» на герметичность, нужно убедиться в том, что мотор гидравлической системы отключен, т.к. на измерительный поршень должно действовать только давление в нагнетательной камере.

6.4.1.12 Расположить зонд циферблатного индикатора возле стержня индикатора.

6.4.1.13 Сдвигать резьбовую манжету вниз вдоль стержня, пока не будет достигнут контакт с зондом циферблатного индикатора.

6.4.1.14 Слегка сдвинуть резьбовую манжету так, чтобы «предварительно нагрузить» циферблатный индикатор, и плотно присоединить втулку к стержню индикатора.

6.4.1.15 Обнулить циферблатный индикатор и наблюдать его в течение 5 минут.

6.4.1.16 Если показание индикатора будут превышать 0,004 дюйма за 5 минут, то, следовательно, в «Compact Prover» имеется утечка и необходимо проверить его и устранить утечку.

6.4.1.17 После завершения проверки и получение удовлетворительных результатов, вернуть измерительный поршень в верхнее положение и снять с «Compact Prover» все части стержня индикатора и оставшиеся компоненты комплекта течеискателя.

6.4.1.18 Ввернуть все винты в шпильку крепления и бобышку.

6.4.2 Погрешность воспроизведения объемного расхода расходомерной поверочной установки будет зависеть только от погрешности базового объема контрольно-поверочной установки «Compact Prover», которая определяется по следующей методике.

6.4.2.1 Закрыть впускной и выпускной клапаны контрольно-поверочной установки «Compact Prover».

6.4.2.2 Слить всю рабочую жидкость и промыть «Compact Prover».

6.4.2.3 Собрать систему для проливки воды (схема приведена на рисунке 3).

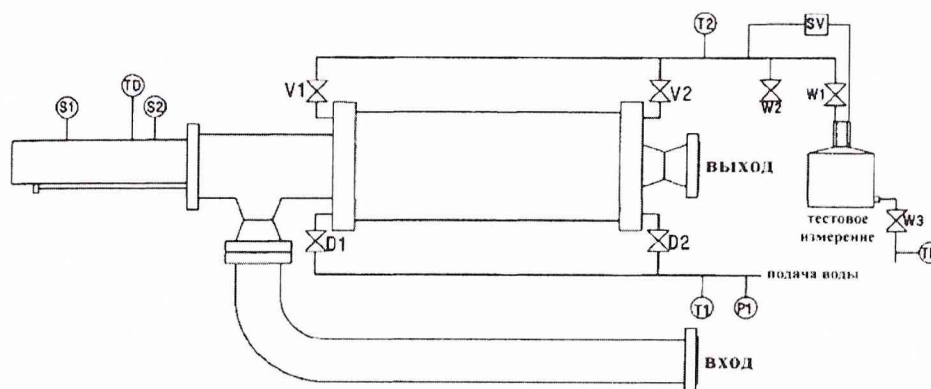


Рисунок 2.

6.4.2.4 Снять крышку секции оптических детекторных переключателей.

6.4.2.5 Отсечной клапан нагнетательной камеры должен быть открыт. Отрегулировать давление в камере примерно до $4,5 \div 5$ атм.

6.4.2.6 Открыть вентили V1, V2, D1, D2, W1 и W3 (рисунок 2) и пустить поток воды через «Compact Prover». Как только «Compact Prover» заполнится водой, воздух выйдет через вентиль W1 (определяется положением «флажка»).

6.4.2.7 Как только появится вода на вентиле W1 (измерительный поршень достиг нижнего положения), перевести вентили на верхний поток, закрыв V2 и D1. Вентили V1, D2, W1 и W3 должны быть открытыми (определяется положением «флажка»).

6.4.2.8 Когда вода снова появится на вентиле W1 (измерительный поршень достиг верхнего положения), переведите вентили на нижний поток, открыв V2 и D1, а затем закрыв V1 и D2.

6.4.2.9 По достижении измерительным поршнем нижнего положения следует повторить операции по п.п. 6.4.2.7 ÷ 6.4.2.8 до тех пор, пока весь воздух не будет устранен из системы.

6.4.2.10 Настроить вентили на направление по потоку (сначала открыть V2 и D1, затем закрыть V1 и D2).

6.4.2.11 Закрыть вентиль W3, чтобы заполнить водой контрольную меру (рисунок 3). После заполнения контрольной меры, дросселировать вентиль W3, чтобы вода вытекала с той же скоростью, с какой она втекает в контрольную меру. Таким образом, уровень воды в контрольной мере поддерживается на нулевой отметке или около нее. Циркуляция должна продолжаться до выравнивания температур «Compact Prover» и контрольной меры в пределах 0,25 °С.

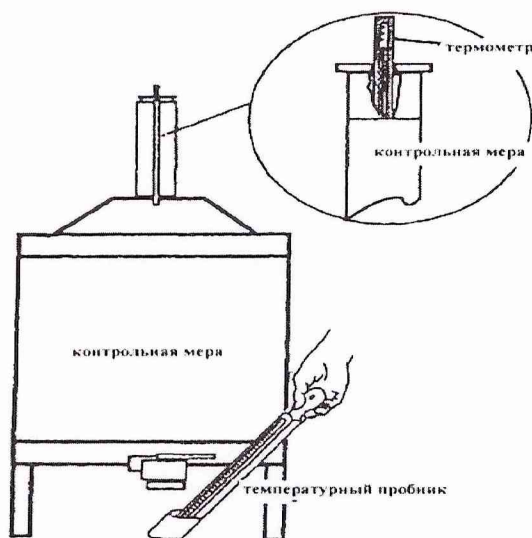


Рисунок 3.

6.4.2.12 Удостовериться, что после этой процедуры измерительный поршень и флажок находятся в нижнем положении (вниз по потоку), т.е. занимают стартовую позицию для проведения измерительного цикла.

6.4.2.13 Включить мотор гидравлической системы.

6.4.2.14 Установить переключатель UPSTREAM/DOWNSTREAM в нижнее (**downstream**) положение, а переключатель RUN/RETURN установить в положение **return**, что приведет в движение гидравлическую систему и поршень начнет движение против потока.

6.4.2.15 При достижении поршнем верхнего (против потока) положения, установить переключатель RUN/RETURN в положение **run**, что приведет к движению поршня вниз по потоку и открытию соленоидного клапана системы проливки воды.

6.4.2.16 Когда «флажок» приблизится к первому оптическому переключателю, закрыть вентиль W1, одновременно дросселируя вентиль W3 назад для поддержания уровня воды в контрольной мере на нулевой метке или близко к ней.

6.4.2.17 Когда «флажок» войдет в зону первого оптического переключателя, соленоидный клапан закроется и остановит поток воды. В этот момент полностью открыть вентиль W3 для осуществления дренажа контрольной меры. Как только сток прекратится, необходимо закрыть вентиль W3.

6.4.2.18 Измерить давление P в главном цилиндре.

6.4.2.19 Установить переключатель RUN/RETURN в положение **run**, что приведет к открытию соленоидного клапана и начнется заполнение меры.

9.2.20 Измерить и регистрировать значения температуры втекающей (T1) и вытекающей (T2) воды во время потока.

6.4.2.21 Когда «флажок» приблизится ко второму оптическому переключателю, закрыть вентиль W1.

6.4.2.22 Когда «флажок» войдет в зону второго оптического переключателя, соленоидный клапан закроется и остановит поток воды. Теперь в контрольной мере содержится объем по потоку.

6.4.2.23 Измерить и зарегистрировать температуру Td (температура на инваровом стержне).

6.4.2.24 Зарегистрировать уровень воды, видимый на шкале контрольной меры.

6.4.2.25 Зарегистрировать температуру контрольной меры Tm, быстро открыв вентиль W3, спустив примерно 2 л воды, и измерив температуру слитой воды.

6.4.2.26 Быстро открыть вентиль W1 для замещения воды, дренированной из контрольной меры. Это позволит «флажку» продвигаться вниз по потоку прямо за вторым оптическим переключателем.

6.4.2.27 Повторить операции по п.п. 6.4.2.14 ÷ 6.4.2.26 еще 4 раза.

6.4.2.28 Результаты всех замеров заносятся в таблицу 5.

Таблица 5.

Номер цикла	Температура воды		Средняя температура Tр, °С	Температура контрольной меры Tm, °С	Температура инваровых стержней Td, °С	Давление воды P, кПа	Показание шкалы контрольной меры
	T1, °С	T2, °С					
1							
2							
3							
4							
5							

T1 – температура воды, втекающей в «Compact Prover».

T2 – температура воды, вытекающей из «Compact Prover».

Tр – средняя температура между T1 и T2.

Tm – температура воды в контрольной мере.

Td – температура инваровых стержней, используемых для определения положения оптических переключателей.

P – давление, регистрируемое манометром проливочной системы.

Показание шкалы контрольной меры – уровень воды, считываемый с градуированного участка контрольной меры (положительное или отрицательное значение от нулевой отметки).

6.4.2.29 Определение погрешности базового объема.

Погрешность базового объема «Compact Prover» определяется по формуле:

$$\gamma_v = \frac{V_{tp_{max}} - V_{tp_{min}}}{V_{tp_{min}}} \cdot 100 \%,$$

где V_{tp} – скорректированный объем «Compact Prover» при исходных условиях, который определяется по следующей формуле:

$$V_{tp} = (V_m \cdot T_{mp} \cdot C_{ss}) / (C_{pl} \cdot C_{ps}),$$

где V_m – номинальный объем контрольной меры, плюс-минус показание шкалы;

T_{mp} – объемная поправка на разность температур в «Compact Prover» и контрольной мере, которая определяется по формуле:

$$T_{mp} = 1 + 0,000013 \cdot (T_p - T_m);$$

C_{ss} – поправочный коэффициент на температуру стального корпуса контрольной меры, цилиндра из углеродистой (или нержавеющей) стали и инваровых стержней, который определяется по формуле:

$$C_{ss} = \frac{1 + (T_m - T_b) \cdot E_{tm}}{[1 + (T_p - T_b) \cdot E_{ft}] \cdot [1 + (T_d - T_b) \cdot E_{ir}]}$$

где T_m – температура воды в контрольной мере;

T_b – температура окружающей среды;

E_{tm} – коэффициент объемного расширения контрольной меры.

$$E_{tm} = 0,0000477/^\circ\text{C};$$

T_p – средняя температура втекающей и вытекающей воды;

E_{ft} – коэффициент теплового изменения площади цилиндра,

$$E_{ft} = 0,0000216/^\circ\text{C};$$

T_d – температура инваровых стержней;

E_{ir} – линейный коэффициент расширения инваровых стержней,

$$E_{ir} = 0,0000014/^\circ\text{C};$$

C_{pl} – коэффициент сжимаемости воды, который определяется по формуле:

$$C_{pl} = \frac{1}{1 - (0,000000464 \cdot P)}$$

где P – давление, регистрируемого манометром проливочной системы;

C_{ps} – поправочный коэффициент, учитывающий расширение корпуса цилиндра под действием давления, который определяется по формуле:

$$C_{ps} = 1 + \frac{P \cdot D}{\varepsilon \cdot t}$$

где D – внутренний диаметр цилиндра;

ε – модуль эластичности для материала цилиндра ($\varepsilon = 28,5 \cdot 10^6$);

t – толщина стенок цилиндра.

6.5 Положительные результаты поверки оформляются протоколом и свидетельством о поверке.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Положительные результаты поверки оформляются в соответствии с ПР50.2.006-94.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32ГНИИИ МО РФ

Начальник отдела испытаний



С.В. Маринко

В.П. Бажанов