

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –
директор ФГУП ВНИИР



РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Расходомеры жидкости ультразвуковые двухканальные

УРЖ2КМ

Модель 1

Модель 2

Методика поверки

ТЕСС 015.00 И1



ПЕРМАНЕНТНЫЙ ДИРЕКТОР

СЕРАФИМОВ

г. Чебоксары

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

Настоящая рекомендация распространяется на расходомеры жидкости ультразвуковые двухканальные УРЖ2КМ (в дальнейшем - расходомеры) с ультразвуковыми преобразователями расхода (УПР) диаметром от 15 до 200 мм и устанавливает методику их первичной и периодической поверок на поверочных проливных установках.

При поверке по данной инструкции расходомеры должны иметь пределы допускаемой относительной погрешности не более указанных в таблице 1.

Таблица 1

Диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:			
		Расхода			Объема
		по индикатору	по импульсному- выходу	по токовому вы- ходу	
DN 15-40	I	(±1,0)	(±1,0)	(±1,5)	(±1,0)
	II	(±1,5)	(±1,5)	(±2,0)	(±1,5)
	III	(±2,5)	(±2,5)	(±3,0)	(±2,0)
DN 50-200	I	±1,0(±1,0)	±1,0(±1,0)	±2,0(±1,5)	±1,0(±1,0)
	II	±1,5(±1,5)	±1,5(±1,5)	±2,0(±2,0)	±1,5(±1,5)
	III	±2,0(±2,0)	±2,0(±2,0)	±2,0(±2,5)	±2,0(±2,0)
<p>Примечания</p> <p>1 В скобках указаны значения погрешности при поверке расходомера по НД "Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И1", остальные значения при поверке по НД "Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2".</p> <p>2 Погрешности указаны для диапазонов объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{перех}$, $Q_{наим}$:</p> <p>I $Q_{наиб}/10 \leq Q \leq Q_{наиб}$</p> <p>II $Q_{перех} \leq Q < Q_{наиб}/10$</p> <p>III $Q_{наим} \leq Q < Q_{перех}$</p> <p>3 Значения объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{наим}$ и $Q_{перех}$ определяются из таблицы 1 Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ.</p>					

Расходомер состоит из двух первичных ультразвуковых преобразователей расхода (УПР) и вторичного преобразователя - электронного блока (ЭБ).

Межповерочный интервал расходомера – четыре года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта по по- верке	Проведение операции поверки
1. Внешний осмотр	5.1	+
2. Опробование	5.2	+
3. Определение погрешности.	5.3, 6.4	+

1.2 В случае несоответствия расходомера какому-либо требованию 5.1-5.3 он считается непригодным к эксплуатации и дальнейшей поверке не подлежит.

1.3 По согласованию с представителем Госстандарта поверка может проводиться только тех параметров, которые используются при эксплуатации, при этом погрешность измерения отдельных параметров может не определяться, о чем делается соответствующая запись в паспорте расходомера.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 3.

Таблица 3

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
5.3	Поверочная установка УПСЖ-50 с эталонным мерником, диапазон расхода от 0,02 до 50 м ³ /ч, погрешность менее $\pm 0,3$ %, зарегистрирована в Госреестре РФ под № 29553-05
5.3	Поверочная установка с кавитационными соплами УРОКС, диапазон расхода от 0,03 до 400 м ³ /ч, погрешность $\pm 0,3$ %
5.3	Поверочная установка трубопоршневая, диапазон расхода от 0,03 до 760 м ³ /ч, погрешность менее $\pm 0,3$ %
5.3	Поверочная установка с весами, диапазон расхода от 0,03 до 760 м ³ /ч, погрешность менее $\pm 0,3$ % Поверочная установка с эталонными расходомерами и счетчиками, диапазон расхода от 0,03 до 1200 м ³ /ч, погрешность менее $\pm 0,25$ %
5.3	Частотомер электронно-счетный GFC-8131H. Диапазон измеряемых частот - от 0,1 Гц до 150 МГц Для сигнала импульсной формы амплитудой 0,15÷10В. Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ за 3 суток
5.3	Секундомер-таймер СТС-1, предел измерения 999с ТУ 25-07.1353-77
5.3	Манометр МО-160-2,5 МПа 0,4
5.3	Термометр метрологический стеклянный, цена деления 1°С, предел измерения 1-100 °С, ГОСТ 112-78
5.3	Ампервольтметр универсальный GDM-8245. Класс точности 0,005/0,001

2.2 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям по точности. Все средства измерений должны быть поверены (аттестованы) органами Государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации) или оттиски поверительных клейм.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

3.1.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую инструкцию по поверке, техническое описание и инструкцию по эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Проверить наличие заземления преобразователя расхода и электронного блока.

3.1.2 Проверить исправность разъемных соединений и кабелей связи и питания.

3.1.3 Во время подготовки и проведения поверки необходимо соблюдать "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок".

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

4.1.1 Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °С	20±5
- относительная влажность воздуха, %, не более	80
- атмосферное давление, мм рт.ст.	(630-800)
4.1.2 Поверочная жидкость	вода по ГОСТ Р 51232-98
- температура, °С	20±5
- давление в трубопроводе, Мпа	до 2,5

4.1.3 Изменение температуры поверочной жидкости в процессе поверки расходомера не должно превышать ± 2 °С.

4.1.4 Поверяемый расходомер для УПР DN 50 и выше должен подсоединяться к поверочной установке через прямые участки труб длиной не менее 15 DN до УПР и 5 DN после УПР.

4.1.5 Режим движения потока в трубопроводе должен быть установившимся. Стабильность потока - $\pm 0,3$ %.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

4.1.6 Изменение расхода в процессе поверки по каналу измерения объема не должно превышать $\pm 5,0$ % от установленного значения. Погрешность первоначальной установки расхода не должна превышать $\pm 5,0$ % от заданной.

4.1.7 Удаление ЭБ от места установки УПР (длина кабелей) от 5 до 200 м.

4.1.8 Напряжение питания равняется $(220 \pm 4,4)$ В с частотой (50 ± 1) Гц.

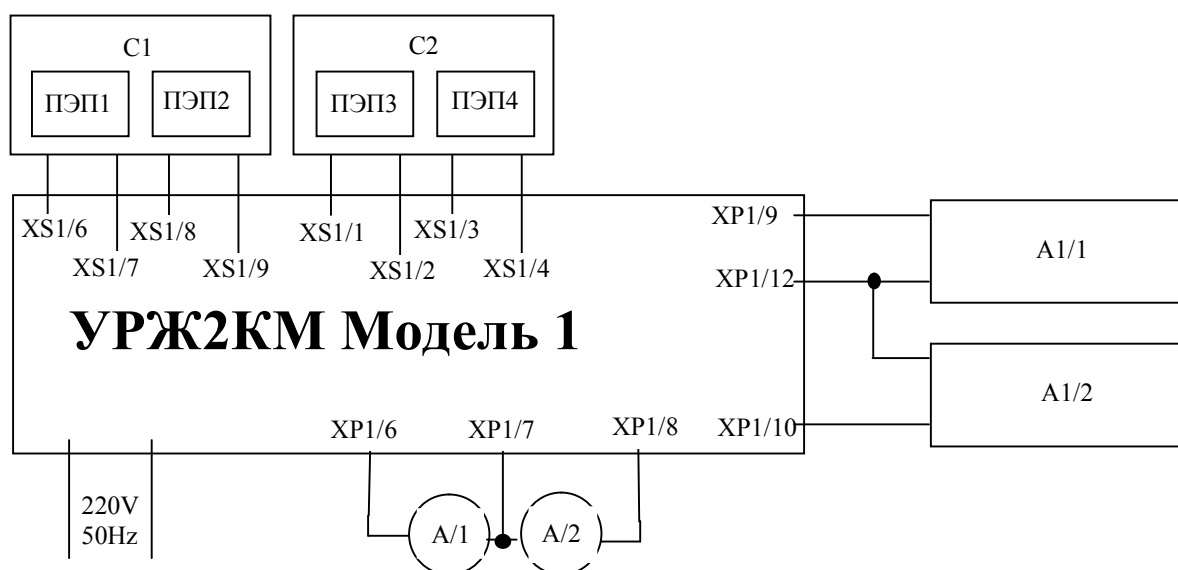
4.1.9 Отсутствие внешних электрических, магнитных полей, кроме земного магнитного поля, вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу расходомера.

Примечание:

- допускается проведение поверки в рабочих условиях эксплуатации расходомеров при соблюдении требований к условиям эксплуатации поверочного оборудования.

4.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

4.2.1 Проверка правильности собранной схемы поверки расходомера. Один из вариантов схемы поверки расходомера приведен на рисунке 1а для Модели 1 и рисунке 1б для Модели 2.



ПЭП 1, 2, 3, 4 – Пьезопреобразователи;

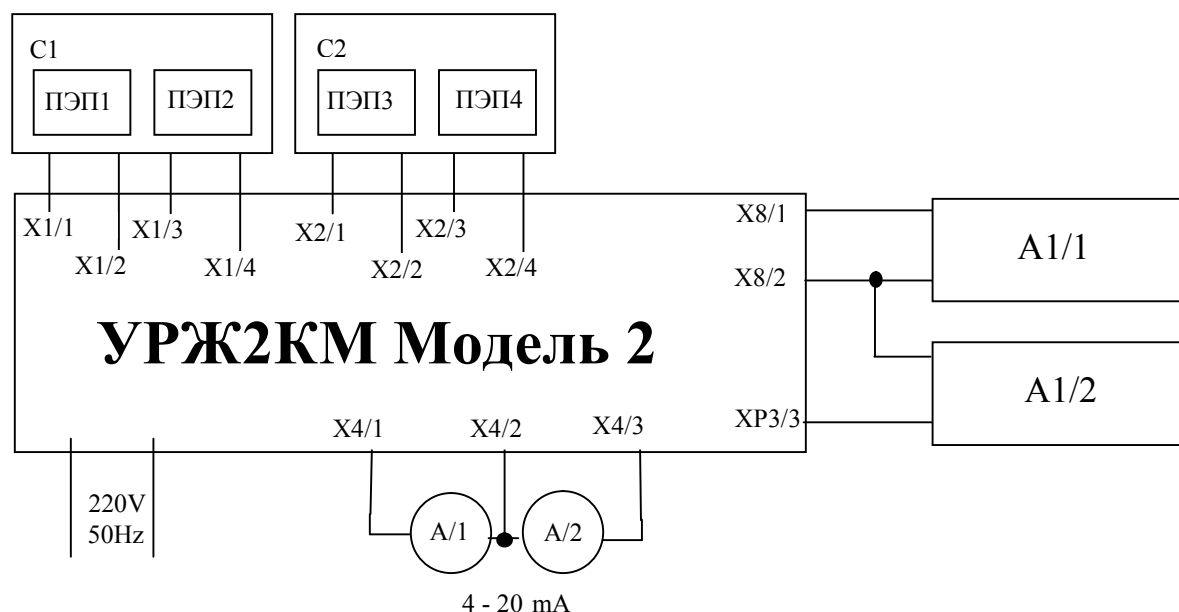
C1, C2 – юзета УТ – 12 или УПР;

A/1, A/2 – ампервольтметр универсальный GDM-8245;

A1/1, A1/2 – частотомер электронно-счетный GFC-8131H;

Примечание - В случае применения УПР, параметры берутся из паспорта на УПР.

Рисунок 1а Схема поверки расходомера УРЖ2КМ Модель 1



ПЭП 1, 2, 3, 4 – Пьезопреобразователи;

C1, C2 – клемма УТ – 12 или УПР;

A/1, A/2 – ампервольтметр универсальный GDM-8245;

A1/1, A1/2 – частотомер электронно-счетный GFC-8131H;

Примечание - В случае применения УПР, параметры берутся из паспорта на УПР.

Рисунок 16 Схема поверки расходомера УРЖ2КМ Модель 2

4.2.2 Проверка комплектности, маркировки и правильности монтажа средств поверки и поверяемого расходомера в соответствии с требованиями технического описания и инструкции по эксплуатации.

4.2.3 Проверка наличия действующих свидетельств о поверке (аттестации) средств измерений или оттисков поверительных клейм.

4.2.4 Подготовка средств поверки к работе согласно их инструкциям по эксплуатации.

4.2.5 Проведение мероприятий по технике безопасности, указанных в разделе 3.

4.2.6 Проверка герметичности соединений и узлов поверочной установки пробным давлением.

Систему считают герметичной, если при подаче рабочего давления в течение 5 минут не наблюдается течи или появления капель жидкости, а также отсутствует падение давления поверочной жидкости по контрольному манометру.

4.2.7 Выдержка перед поверкой расходомера в нерабочем состоянии не менее 30 минут в условиях п. 4.1.1, а затем - во включенном состоянии при условиях п.п. 4.1.1 и 4.1.8 не менее 30 минут.

4.2.8 На первичную поверку представляются расходомеры, отградуированные по методике приложения А к настоящей инструкции. Градуировка производится для заданного диапазона изменения расхода.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр.

5.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие расходомера следующим требованиям:

- расходомер не должен иметь механических повреждений и дефектов, препятствующих его применению;
- узлы, детали составные части расходомера не должны иметь ослабления крепления;
- комплектность расходомера должна соответствовать Руководству по эксплуатации (РЭ).

5.2 Опробование.

5.2.1 Опробование расходомера производится в следующей последовательности:

- проверить заземление УПР и ЭБ;
- подключить ЭБ к сети однофазного переменного тока;

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

- при отсутствии потока воды по трубопроводу индикатор расхода ЭБ показывает нулевое значение;
- при подаче потока индикатор расхода показывает значение расхода, а индикатор объема начинает счет.

5.2.2 Опробование поверочных установок выполняется согласно указаниям технического описания и инструкции по эксплуатации:

- удалить газ (воздух), открывая воздушные вентили и пробки (в случае их наличия) до появления жидкости;
- пропустить в течение 30 минут поток жидкости по трубопроводам и контролировать показания термометров. Температурный режим считать установившимся, если в течение этого времени разность показаний термометров не превысит 2°C;
- произвести 2-3 пробных измерения, при этом контролировать расход по показаниям индикатора расходомера;
- еще раз проверить наличие газа (воздуха), открывая воздушные вентили.

5.3 Определение погрешности расходомера.

5.3.1 Определение погрешности расходомера производится на поверочных установках, обеспечивающих поверку во всем диапазоне изменения расхода (от $Q_{\text{наим}}$ до $Q_{\text{наиб}}$), путем взаимного сравнения их показаний. Измерения проводят на следующих значениях расхода: $Q_{\text{наиб}}$; $Q_{\text{ср}} = (Q_{\text{наиб}} + Q_{\text{наим}})/2$; $Q_{\text{наим}}$

где $Q_{\text{наиб}}$, $Q_{\text{наим}}$ - заданные значения соответственно максимального и минимального значения расхода.

При отсутствии этих значений $Q_{\text{наиб}}$ либо принимается равным заданной шкале расхода, либо - максимальному значению для данного диаметра из РЭ ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер (таблица 1), а $Q_{\text{наим}}$ - минимальному значению для данного диаметра из РЭ ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер (таблица 1).

5.3.2 Значения расхода и объема поверочной жидкости, измеренные поверяемым расходомером, определяют по показаниям индикатора ЭБ и показаниям частотомера и амперметра, подключенных к выходам ЭБ. При этом частотомер функционирует в режиме счета количества поступающих на его вход импульсов и внешнего управления началом и окончанием счета. Сигналы управления на него подают с поверочной установки либо вручную.

Минимальный объем воды должен составлять 500 единиц младшего разряда индикатора частотомера.

5.3.3 Значение объема поверочной жидкости, измеренное поверочной установкой, определяют по показаниям регистрирующего устройства в соответствии с инструкцией по эксплуатации на данную поверочную установку.

5.3.4 Значение среднего расхода поверочной жидкости, измеренное поверяемым расходомером и поверочной установкой, определяется отношением объема жидкости, измеренного по п. 5.3.2; 5.3.3, и времени, необходимого для набора данного объема.

При использовании поверочной установки с кавитационными соплами УРОКС значение расхода устанавливается набором сопел и установкой давления, а расход, измеряемый расходомером, измеряется по показаниям индикатора ЭБ и его импульсному выходу.

5.3.5 В зависимости от типа используемой поверочной установки в процессе каждого измерения осуществляют регистрацию значения следующих параметров:

- 1) Установка с эталонными весами:
 - время измерения (наполнения бака);
 - массу воды;
 - температуру воды;
 - показания поверяемого расходомера.
- 2) Установка с образцовыми мерниками:
 - время измерения;
 - объем воды;
 - температуру воды;
 - показания поверяемого расходомера.
- 3) Трубопоршневая установка (ТПУ):
 - время измерения (прохождение шара-поршня);
 - температуру воды (перед УПР, на входе и выходе ТПУ);
 - давление воды (перед УПР, на входе и выходе ТПУ);
 - показания поверяемого расходомера.
- 4) Установка с эталонным расходомером-счетчиком:
 - время измерения;
 - температуру воды;
 - объем и расход воды (показания эталонного расходомера);
 - показания поверяемого расходомера.
- 5) Установка с кавитационными соплами:
 - время измерения;

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

- показания поверяемого расходомера.

В показания поверяемого расходомера входят:

- показания индикатора расходомера по объему, по расходу;

- показания частотомера, подключенного к импульсному выходу, по количеству импульсов.

5.3.6 Проверка номинальной цены наименьшего разряда индикатора ЭБ в режиме измерения объема осуществляются следующим образом.

После определения погрешности расходомера на расходе $Q_{\text{наим}}$ частотомер переключают в режим ручного управления счета количества импульсов. Затем при определенном значении младшего разряда индикатора запускают частотомер и при наборе индикатором ЭБ не менее 5000 единиц останавливают счет частотомера. Измерение повторяют не менее 3 - х раз. Проверяется сходимость результатов измерений.

5.3.7 Значение цены наименьшего разряда индикатора ЭБ вычисляют по формуле:

$$V_{\text{оц}} = K_j \cdot N_i / (N_k - N_n)$$

где N_i – количество импульсов на выходе расходомера,

N_n, N_k – начальное и конечное показание индикатора при измерении объема,

i – индекс измерения,

K_j – коэффициент преобразования расходомера в j точке расхода.

Расходомер допускается к применению, если значение $V_{\text{оц}}$ вычисленное по (5.1) соответствует значению, указанному в документации расходомера.

5.3.8 Определение допускаемой относительной погрешности ЭБ при измерении времени работы производится следующим образом:

- запустите секундомер в момент переключения показания индикатора с одного канала на другой;

- не менее чем через 6 минут остановите секундомер в момент переключения с канала на канал, запишите показания секундомера;

- найдите число N :

$$N = \frac{t_c}{6,69174};$$

где: t_c – показание секундомера, сек.;

N – количество переключений с одного канала на другой.

- число N округлите до целой части.

- рассчитайте время t_{PAC} , сек.:

$$t_{\text{PAC}} = N_{\text{ОКРУГЛ}} \cdot 6,69174;$$

Погрешность измерения рассчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{(t_{\text{PAC}} - t_c)}{t_{\text{PAC}}} \cdot 100$$

Расходомер допускается к применению, если значение δ_i не превышает $\pm 0,1\%$.

6 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 В зависимости от типа используемой для поверки расходомера установки значение объема воды по поверочной установке вычисляется в следующей последовательности:

6.1.1 Установка с эталонными весами.

Объем воды определяется:

$$V_{yij} = \frac{1,001 \times m_{ij}}{\rho_t},$$

где m - масса воды, определенная путем взвешивания, г;

ρ_t - плотность воды в зависимости от ее температуры (берется из справочных данных по ГОСТ 8.142), т/м³С;

1,001 – коэффициент, учитывающий поправку при взвешивании на воздухе.

6.1.2 Установка с эталонным мерником.

Объем воды фиксируется непосредственно по шкале указательной линейки эталонного мерника.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

6.1.3 Поверочная трубопоршневая установка.

Для каждой точки расхода объем жидкости в калиброванном участке ТПУ, приведенный к условиям поверки, определяется:

$$V_i = V_o \times k_{tж} \times k_{py} \times k_{ty} \times k_{рж}$$

где V_o - калиброванный объем ТПУ, м³;

$k_{tж}$ - коэффициент, учитывающий влияние разности температур жидкости расходомера и ТПУ на объем калиброванного участка ТПУ;

k_{py} - коэффициент, учитывающий влияние давления на объем калиброванного участка ТПУ;

k_{ty} - коэффициент, учитывающий влияние температуры стенок ТПУ на объем калиброванного участка ТПУ;

$k_{рж}$ - коэффициент, учитывающий разность давления у счетчика и ТПУ;

$$k_{tж} = 1 + b_{ж} \times (t_n - t_y),$$

где $b_{ж}$ - коэффициент объемного расширения жидкости, °C⁻¹;

t_n - средняя температура жидкости у водосчетчика, °C;

t_y - средняя температура жидкости в ТПУ, °C.

$$k_{pp} = 1 + \frac{1.25 \times m}{E} \times \frac{D}{S} \times P_y,$$

где m - коэффициент Пуассона материала стенок ТПУ;

E - модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа;

D - внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, мм;

S - толщина стенок калиброванного участка ТПУ, мм;

P_y - давление жидкости в ТПУ, МПа.

$$k_{ty} = 1 + 3\alpha \times (t_y - 20),$$

где α - коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, °C⁻¹.

$$k_{рж} = 1 + F(P_y - P_{np}),$$

где F - коэффициент сжимаемости жидкости, МПа⁻¹;

P_{np} - давление в трубопроводе у преобразователя, МПа.

Значения m , α , E , D , S , V_o берут из эксплуатационной документации на ТПУ.

6.1.4 Поверочная установка с эталонным расходомером-счетчиком.

Объем воды определяется (если показания эталонного счетчика регистрируются в именованных единицах):

$$Q_{ij} = k_{pj} \times A_i$$

$$V_{ij} = k_{ej} \times N_i$$

где k_{pj} , k_{ej} – коэффициент преобразования соответственно по расходу и объему эталонного счетчика для данной точки расхода (из свидетельства о метрологической аттестации);

N - количество импульсов;

A_i - показания расходомера.

6.1.5 Поверочная установка с кавитационными соплами.

Объем воды вычисляется:

$$V_{ij} = Q_j \times t_i$$

где Q - расход по установке;

t - время измерения.

6.1.6 Значение расхода воды в определенной точке диапазона, если на поверочной установке отсутствует указатель расхода, определяется выражением:

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

$$Q_{ij} = \frac{V_{счi}}{t_{ij}},$$

где t - время измерения;

$V_{сч}$ - объем, определенный на поверочной установке.

Результаты вычислений заносятся в рабочий протокол поверки.

6.2 Значения погрешности расходомера в режиме измерения расхода и объема воды вычисляют по индикатору:

$$\delta_{2ij} = \frac{V_{pij} - V_{yij}}{V_{yij}} \times 100\%,$$

где Q_y, V_y – расход и объем воды, измеренные поверочной установкой;

Q_p, V_p – расход и объем воды, измеренные расходомером;

i, j - индексы порядкового номера измерения и точки расхода, соответственно.

Значение расхода и погрешности расходомера по импульсному выходу определяются по формулам:

$$Q_i = \frac{2 \times S \times N \times t_{\text{ИМП}}}{1000 \times t_{\text{ИЗМ}}},$$

$$\delta_i = \frac{Q_i - Q_y}{Q_y} \times 100\%,$$

где δ_i – погрешность расходомера по импульсному выходу;

S – шкала поверяемого расходомера, м³/ч;

N – количество импульсов, подсчитанных частотомером за период измерения $t_{\text{ИЗМ}}$;

Q_i – значения расхода поверяемого расходомера по импульсному выходу, м³/ч;

Q_y – значение расхода измеренное поверочной установкой, м³/ч;

$t_{\text{ИМП}}, \text{мс}$ – длительность импульса, выбираемая в режиме 8 подрежима "100" – 5 мс, "16,6" – 30 мс, "2" – 250 мс.

6.3 Расходомер считается пригодным к эксплуатации при выполнении условий п.п. 5.1-5.2 и если максимальное значение погрешности при выполнении п. 5.3 не превышает значений, указанных в таблице 1 настоящей инструкции.

6.4 При несоответствии погрешности расходомера таблице 1 допускается повторно провести градуировку по методике приложения А и выполнить поверку по п.5.3.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформляются свидетельством установленного образца.

7.2 При положительных результатах поверки в Руководстве по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер делается запись о результатах поверки и ставится подпись поверителя, скрепленная оттиском поверительного клейма, а расходомер допускается к эксплуатации с нормированной погрешностью.

7.3. При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускается. В Руководстве по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ расходомера производится запись о его непригодности, а поверительное клеймо гасится.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки ТЕСС 015.00 И1

Приложение А (обязательное)

МЕТОДИКА ГРАДУИРОВКИ РАСХОДОМЕРА УРЖ2КМ.

1. Градуировка проводится перед поверкой при значениях расхода $Q_{\text{наиб}}$, $Q_{\text{наим}}$, $Q_{\text{ср}} = (Q_{\text{наиб}} + Q_{\text{наим}}) / 2$.
 2. Градуировка производится в режиме измерения расхода по индикатору частотомера. Минимальный измеряемый объем воды должен составлять не менее 500 единиц младшего разряда индикатора частотомера.
 3. В соответствии с указаниями РЭ на расходомер вводится коэффициент коррекции, равный 1.
 4. В каждой точке измерения расхода проводится n измерений (не менее 3-х).
- Для каждой кратности изменения расхода определяется:

$$K_{i\text{наиб}} = \frac{Q_{i\text{унаиб}}}{Q_{i\text{изм.наиб}}}$$

$$K_{i\text{наим}} = \frac{Q_{i\text{унаим}}}{Q_{i\text{изм.наим}}}$$

$$K_{i\text{ср}} = \frac{Q_{i\text{уср}}}{Q_{i\text{изм.ср}}}$$

$$K_{\text{наиб}} = \frac{\sum_n K_{i\text{наиб}}}{n}$$

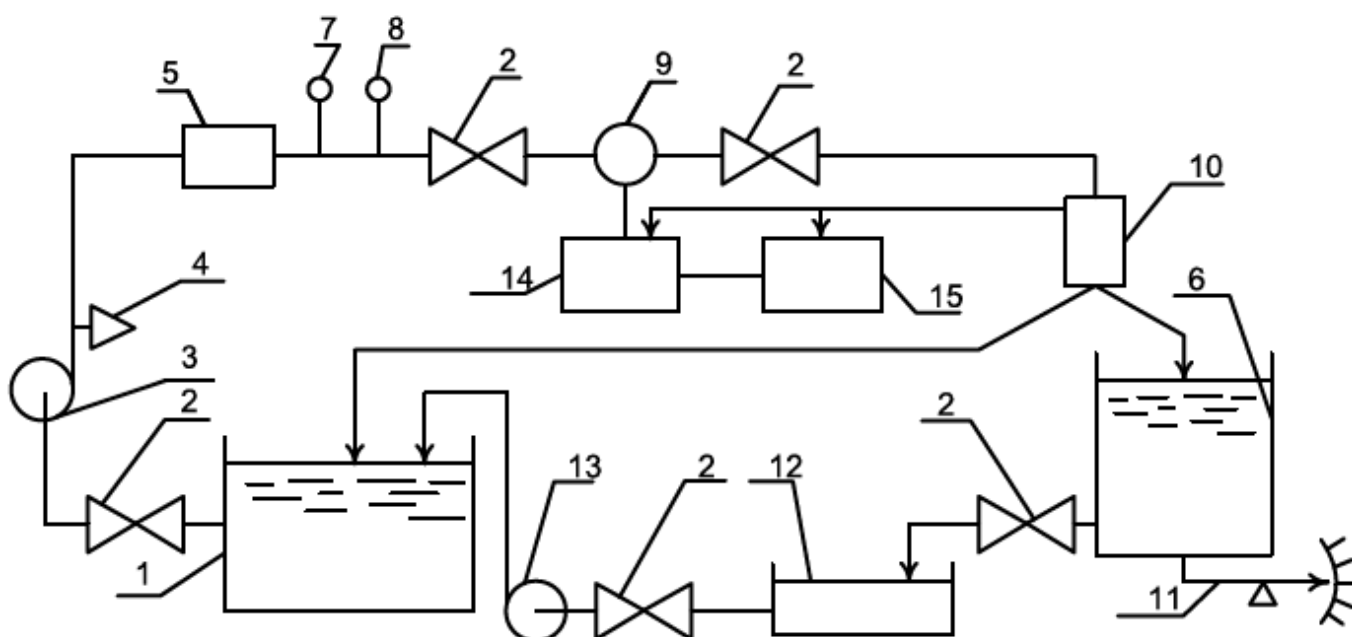
$$K_{\text{наим}} = \frac{\sum_n K_{i\text{наим}}}{n}$$

$$K_{\text{ср}} = \frac{\sum_n K_{i\text{ср}}}{n}$$

$$K = \frac{K_{\text{наиб}} + K_{\text{наим}} + K_{\text{ср}}}{3}$$

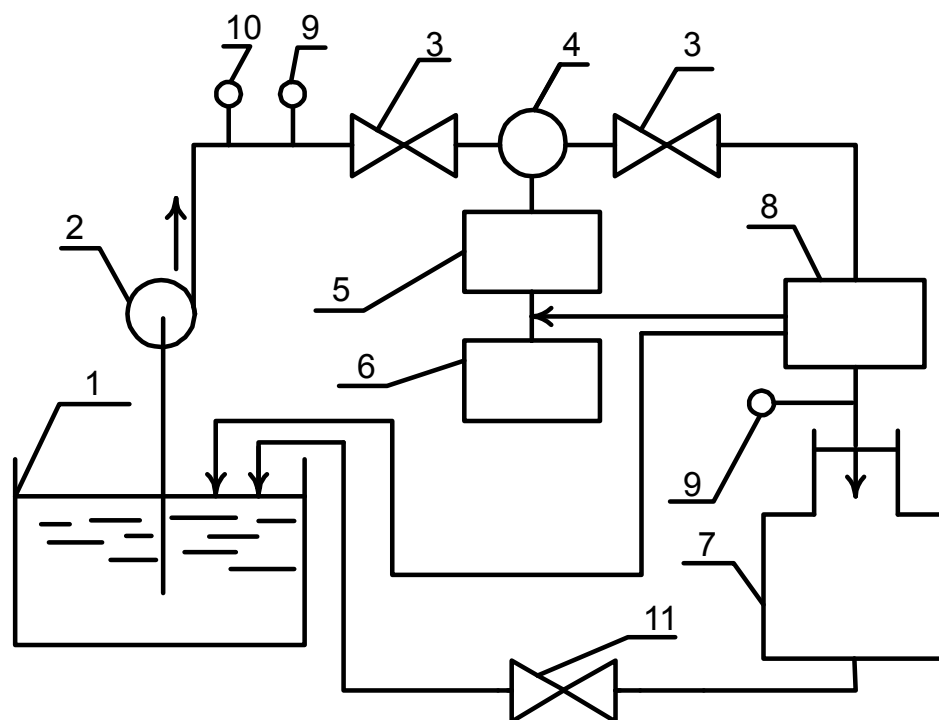
- где:
- $Q_{i\text{унаиб}}$, $Q_{i\text{уср}}$, $Q_{i\text{унаим}}$ - расход поверяемой жидкости, по эталонному средству;
 - $Q_{i\text{изм.наиб}}$, $Q_{i\text{изм.ср}}$, $Q_{i\text{изм.наим}}$ - расход, измеренный градуируемым расходомером при i -ом измерении при наибольшем, среднем и наименьшем значениях расходов;
 - $K_{i\text{наиб}}$, $K_{i\text{ср}}$, $K_{i\text{наим}}$ - значения коэффициентов, полученные при i -тых измерениях на соответствующих расходах;
 - $K_{\text{наиб}}$, $K_{\text{ср}}$, $K_{\text{наим}}$ - усредненные значения коэффициентов за n измерений.

5. Полученный коэффициент K в качестве коэффициента коррекции вводится в ЭБ расходомера.



- | | | | | |
|--------------|--------------------|---------------|--------------------------|----------------|
| 1. Резервуар | 4. Воздухоотводчик | 7. Термометр | 10. Переключатель потока | 13. Насос |
| 2. Вентиль | 5. Частотомер | 8. Манометр | 11. Весы образцовые | 14. Частотомер |
| 3. Насос | 6. Рабочая емкость | 9. Расходомер | 12. Сливной бак | 15. Секундомер |

Рисунок 2. Схема поверки расходомера УРЖ2КМ на поверочной весовой установке.



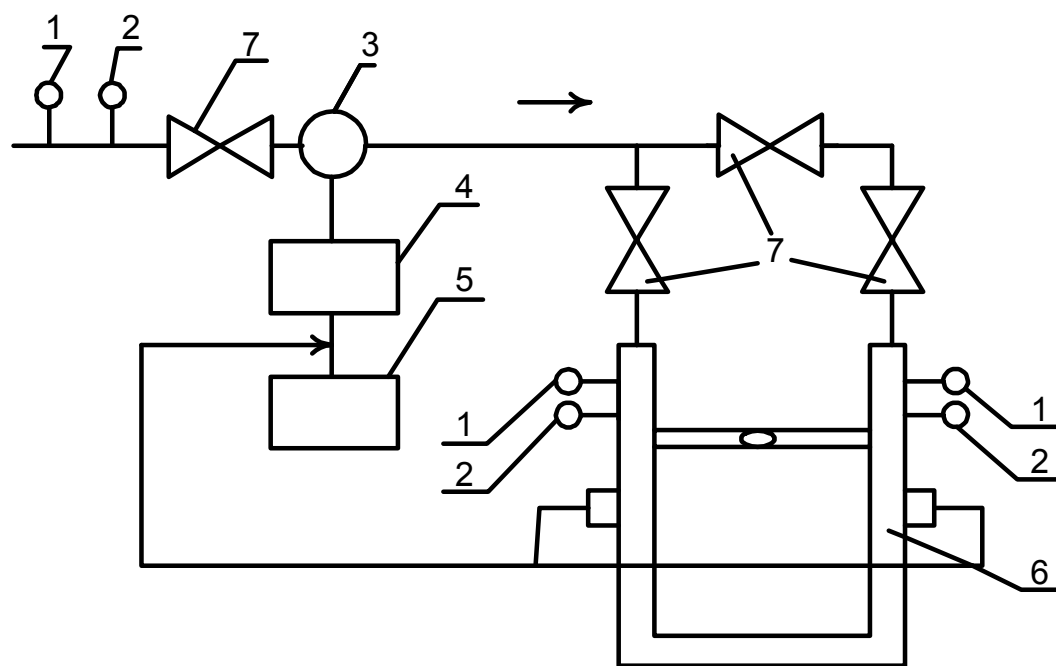
1. Резервуар
2. Насос
3. Вентиль

4. Расходомер
5. Частотомер
6. Секундомер-таймер

7. Образцовый мерник
8. Переключатель потока
9. Термометр

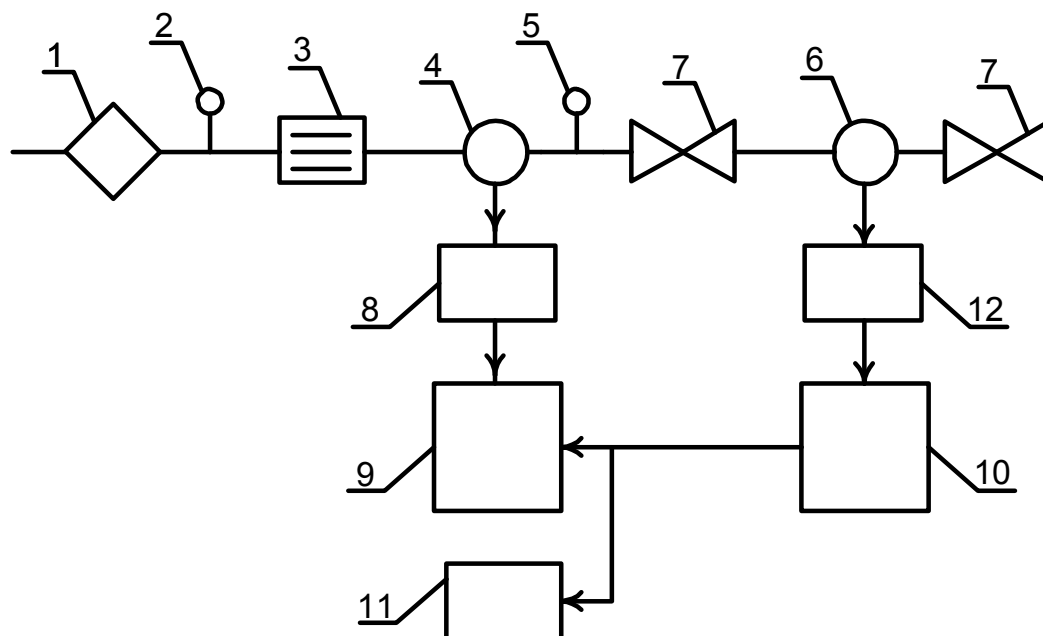
10. Манометр
11. Задвижка

Рисунок 3. Схема поверки расходомера УРЖ2КМ на поверочной установке с эталонным мерником.



- | | | |
|---------------|-----------------------------|-------------|
| 1. Термометр | 4. Частотомер | 7. Задвижка |
| 2. Манометр | 5. Секундомер-таймер | |
| 3. Расходомер | 6. Трубопоршневая установка | |

Рисунок 4. Схема поверки расходомера УРЖ2КМ на трубопоршневой поверочной установке



- | | | | |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Фильтр | 4. Образцовый расходомер | 7. Вентиль | 10. Частотомер |
| 2. Манометр | 5. Термометр | 8. Прибор образцового расходомера | 11. Секундомер-таймер |
| 3. Струевыпрямитель | 6. Расходомер тестовый | 9. Счетчик программный реверсный | 12. Прибор тестового расходомера |

Рисунок 5. Схема поверки расходомера УРЖ2КМ с использованием образцового счетчика.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –
директор ФГУП ВНИИР



РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Расходомеры жидкости ультразвуковые
двухканальные УРЖ2КМ

Модель 1

Модель 2

Методика поверки

ТЕСС 015.00 И2



САМЫЙ ДИРЕКТОР

СЕРАФИМОВ

г. Чебоксары

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	5
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	6
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	8
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	8
5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	8
6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	9
7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	249

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая рекомендация распространяется на расходомеры жидкости ультразвуковые двухканальные УРЖ2КМ (далее - расходомер) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок. Первичная поверка выполняется в два этапа.

Первый этап - определение погрешности электронного блока (ЭБ) расходомера выполняется при выпуске из производства и после ремонта.

Второй этап - определение погрешности ЭБ и параметров первичного преобразователя (косвенная градуировка) выполняется на месте эксплуатации. Для расходомеров, поставляемых с ультразвуковым преобразователем расхода (УПР), данные операции выполняются на первом этапе.

Расходомеры, поверенные по данной методике, обеспечивают пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода, объема жидкости, при врезке пьезоэлектрических преобразователей в диаметральной плоскости, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:			
		Расхода			Объема
		по индикатору	по импульсному- выходу	по токовому вы- ходу	
DN 50-200	I	$\pm 1,0(\pm 1,0)$	$\pm 1,0(\pm 1,0)$	$\pm 2,0(\pm 1,5)$	$\pm 1,0(\pm 1,0)$
	II	$\pm 1,5(\pm 1,5)$	$\pm 1,5(\pm 1,5)$	$\pm 2,0(\pm 2,0)$	$\pm 1,5(\pm 1,5)$
	III	$\pm 2,0(\pm 2,0)$	$\pm 2,0(\pm 2,0)$	$\pm 2,0(\pm 2,5)$	$\pm 2,0(\pm 2,0)$
DN >200	I	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
	II	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 1,5$
	III	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$	$\pm 2,0$

Примечания

1 В скобках указаны значения погрешности при поверке расходомера по НД "Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И1", остальные значения при поверке по НД "Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2".

2 Погрешности указаны для диапазонов объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{перех}$, $Q_{наим}$:

I $Q_{наиб}/10 \leq Q \leq Q_{наиб}$

II $Q_{перех} \leq Q < Q_{наиб}/10$

III $Q_{наим} \leq Q < Q_{перех}$

3 Значения объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{наим}$ и $Q_{перех}$ определяются по формулам (1), (2), (3) из Руководства по эксплуатации для условного прохода свыше DN200 мм.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2

Таблица 2

Наименование операции	№ п.	Обязательность проведения операции					
		при первичной поверке				при периодической поверке	
		I этап		II этап			
		1	2	1	2	1	2
1. Внешний осмотр	6.1.1	да	да	нет	да	да	да
2. Проверка правильности монтажа	6.1.2	нет	нет	нет	да	нет	нет
3. Опробование	6.1.3	да	да	нет	да	да	да
4. Проверка сопротивления и прочности изоляции	6.1.4 6.1.5	да	да	нет	нет	нет	нет
5. Определение погрешности ЭБ расходомера в режимах измерения - расхода и объема воды - времени прохождения ультразвука - времени работы	6.1.7, 6.1.6 6.1.7.10	да да да	да да да	нет нет да	да нет да	да нет да	да нет да
6. Определение и измерение параметров УПР, ПЭП,ЭБ, рабочей жидкости - внутреннего диаметра корпуса УПР - внутреннего диаметра трубопровода - наружного диаметра трубопровода - толщина стенки трубопровода - коэффициента коррекции - коэффициента гидродинамического - угла наклона акустического канала - расстояние между ПЭП - смещение оси акустического канала - длины активной части акустической оси	6.1.8.1, 6.2.3 6.1.9.4, 6.2.3 6.1.9.1, 6.2.3 6.1.9.3 6.1.10, 6.1.11 6.1.8.3, 6.1.9.5 6.1.8.2, 6.1.9.6 6.1.8.4, 6.1.9.2 6.1.9.3, 6.2.3	да нет нет нет да да да да да да нет	нет нет нет нет нет нет нет нет нет нет нет нет	нет нет нет нет нет да да да да да да нет	нет да да да да да да да да да да да да	нет нет нет нет нет да да да да да да да	нет да нет нет нет да да да да да да да
7. Ввод градуировочных данных и коэффициентов и контроль их значений	6.1.12, 6.2.2, 6.1.8.5	да	нет	нет	да	да	да

Примечания:

1 Операции этапа I первичной поверки производятся после производства и ремонта на заводе-изготовителе, а операции II этапа первичной поверки - на месте эксплуатации расходомера.

2 Индексами 1 и 2 обозначены расходомеры, выпускаемые из производства с УПР, имеющим внутреннее покрытие, стойкое против коррозии и обрастания, и без УПР, соответственно.

3 Операции 6.1.4, 6.1.5 этапа I первичной поверки осуществляются после ремонта.

4 Для сокращения времени и снижения трудоемкости поверки расходомеров операции этапа I первичной поверки (6.1.9) целесообразно совмещать с приемо-сдаточными испытаниями проводимыми представителями ОТК, и этапа II - с процессами измерений и монтажа расходомера, проводимыми представителями спецмонтажной орга-

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

низации, с целью последующего использования полученных результатов и исключения необходимости в повторном проведении линейно-угловых измерений.

Установленный межповерочный интервал периодической поверки - 4 года.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 3.

2.2 Допускается применение других средств измерений с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками.

2.3 Все средства измерений должны быть поверены (аттестованы) органами Государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации) или оттиски поверительных клейм.

2.4 При проведении поверки используются комплекты приспособлений:

- УТ-12 - кювета;
- ПР003 - для измерения размера между ПЭП и определения оси акустического канала;
- ПР004 - для измерения пересечения осей отверстий;
- ПР005 - для измерения угла наклона оси акустического канала;
- 2.8571-4081, 2.8571.4082 - для определения угла наклона и пересечения осей.

2.5 При проведении расчетов при поверке допускается использовать автоматизированное программное средство поверки АПСР 001 (А100-379.00.00 П1).

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Таблица 3

Номер пункта документа по поверке	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики		
6.1.4	Универсальная пробойная установка УПУ-10. Диапазон измеряемых величин 0-10 кВ. Мощность 1кВА		
6.1.5, 6.1.7, 6.2.4	Ампервольтметр универсальный GDM-8245. Предел допускаемой основной погрешности измерения силы тока, % $\pm[0.01+0.005(I_k/I_x-1)]$, класс точности 0.01/0.005. Предел допускаемой основной погрешности измерения сопротивления $\pm[0.005+0.001(R_k/R_x-1)]$. Класс точности 0.005/0.001		
6.1.7, 6.2.4	Частотомер электронно-счетный GFC-8131H. Диапазон измеряемых частот - от 0,1Гц до 150 МГц. Для сигнала импульсной формы амплитудой 0,15÷10В. Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ за 3 суток		
6.1.9, 6.1.8	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.1. ГОСТ 166-89. Цена деления – 0.1 мм, диапазон измерения 0-125мм. Погрешность измерения – 0.1. Штангенциркуль ШЦ-111-315-0.1. ГОСТ 166-89. Штангенциркуль ШЦ-111-630-0.1. ГОСТ 166-89. Диапазон измерения 0 - 400мм.		
6.1.9, 6.2.3	Рулетка ЗПК2-10АНТ-1. ГОСТ 7502-98. Цена деления 1 мм.		
6.1.9	Нутромер микрометрический НМ-2500. Диапазон измерения – от 600 до 2500 мм. Погрешность – 0,04 мм		
6.1.8	Нутромер индикаторный. Цена деления – 0,01 мм		
	Наименование	Диапазон измерения, мм	Основная погрешность, мм
6.1.8	НИ-50А	18-50	0,015
6.1.8	НИ-100/10	50-100	0,018
6.1.8	НИ-160	100-160	0,018
6.1.8	НИ-250	160-250	0,018
6.1.9	НИ-450	250-450	0,022
6.1.9	НИ-700	450-700	0,022
6.1.9	НИ-1000	700-1000	0,022
6.1.9, 6.1.8	Толщиномер ультразвуковой УТ-65М. Основная погрешность $\pm (0,01\text{мм}+0,005x)$. Диапазон измерения от 0,1 до 20 мм. Цена деления наименьшего разряда – 0,01 мм		
6.1.9, 6.1.8	Угломер с нониусом 2-2, модель 127. Диапазон измерений: внутренних углов - от 40 до 180 град. наружных углов - от 0 до 360 град. Основная погрешность, не более 2'		
6.1.6	Термометр метрологический стеклянный, цена деления 1°C, предел измерения 1-100 °С, ГОСТ 112-78		
6.1.5	Мегаомметр М-1101 Диапазон измерений 0-1-500 МОм Класс 1.0		
6.1.7	Секундомер СОСпр-26-2-000 "АГАТ" 4295В		
6.1.7	Калькулятор МК-52 (IBM PC286, см. п.2.5)		

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3.2 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и инструкциях по эксплуатации применяемых приборов.

3.3 Работы по 6.1.8, 6.1.9 производить при остановленном потоке и опорожненном трубопроводе.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|--|------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 20±0,5 |
| - температура поверочной жидкости, °С | 20±0,5 |
| - относительная влажность, % | от 30 до 80 |
| - напряжение питающей сети, В | 220±4,4 |
| - частота питающего напряжения, Гц | 50±0,5 |
| - атмосферное давление | 630-800 мм. рт.ст. |
| - вода по ГОСТ Р 51232; | |
| - давление воды в трубопроводе до | 16 кгс/см ² |
| - отсутствие вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу расходомера; | |
| - отсутствие внешних электрических и магнитных полей, кроме магнитного поля Земли, влияющих на работу расходомера. | |

Примечание - допускается проведение поверки в рабочих условиях эксплуатации расходомеров при соблюдении требований к условиям эксплуатации поверочного оборудования.

4.2 Поверку следует проводить на приспособлении УТ - 12 с технологическими ПЭП, технологическим или поставляемым с расходомером УПР, в этом случае параметры берутся из паспорта на УПР.

Поверочная жидкость - вода дистиллированная.

При проведении этапа II первичной и периодической поверок в качестве поверочной используется жидкость с действующего трубопровода, где эксплуатируется расходомер.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1) Проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке (метрологической аттестации) в формулярах используемых средств измерений.

2) Проверка наличия эксплуатационной документации наверяемый расходомер (Руководство по эксплуатации).

3) Проверка соблюдения условий 4.1.

4) Проверка наличия вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в таблице 3.

5) Подготовка к работе поверяемого расходомера и средств измерений в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6) Перед этапом II первичной поверки определить:

- ГОСТ на изготовление и материал трубопровода, продолжительность его эксплуатации, состояние внутренней поверхности и наличие доступа к ее исследованию, возможность остановки потока;

- наличие реверсивного потока при эксплуатации трубопровода, диапазоны изменения расхода, температуры, вязкости и давления;

- возможность измерения параметров трубопровода и жидкости в условиях эксплуатации с требуемой точностью.

7) При проведении работ необходимо убедиться, что поблизости от места проведения работ по поверке и места установки измерительных преобразователей на трубопроводах не ведутся сварочные и другие работы, сопровождающиеся высоким уровнем электромагнитных излучений или акустических шумов высокой частоты.

8) Подключение к поверяемому расходомеру в соответствии со схемой рисунка 1 измерительных и контрольных расходомеров.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Первичная поверка

6.1.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие внешнего вида и состояния расходомера Руководству по эксплуатации (РЭ). При этом проверяется комплектность расходомера.

Расходомер не должен иметь видимых повреждений и деформаций. Проверяется наличие пломб на датчиках ПЭП и на ЭБ, по нарушению которых контролируется несанкционированный доступ к расходомеру. При наличии дефектов расходомер подлежит направлению в ремонт.

6.1.2 Проверка правильности монтажа расходомера.

При проверке правильности монтажа расходомера необходимо установить соответствие длины прямого участка трубопровода, условий монтажа ПЭП и ЭБ требованиям, установленным в эксплуатационной документации (Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ, Инструкция по монтажу ТЕСС.421457.004 ИМ).

Измерение длины прямого участка выполняется с помощью рулетки.

6.1.3 Опробование расходомера. При опробовании расходомера устанавливается его работоспособность в соответствии с указаниями эксплуатационной документации (Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ).

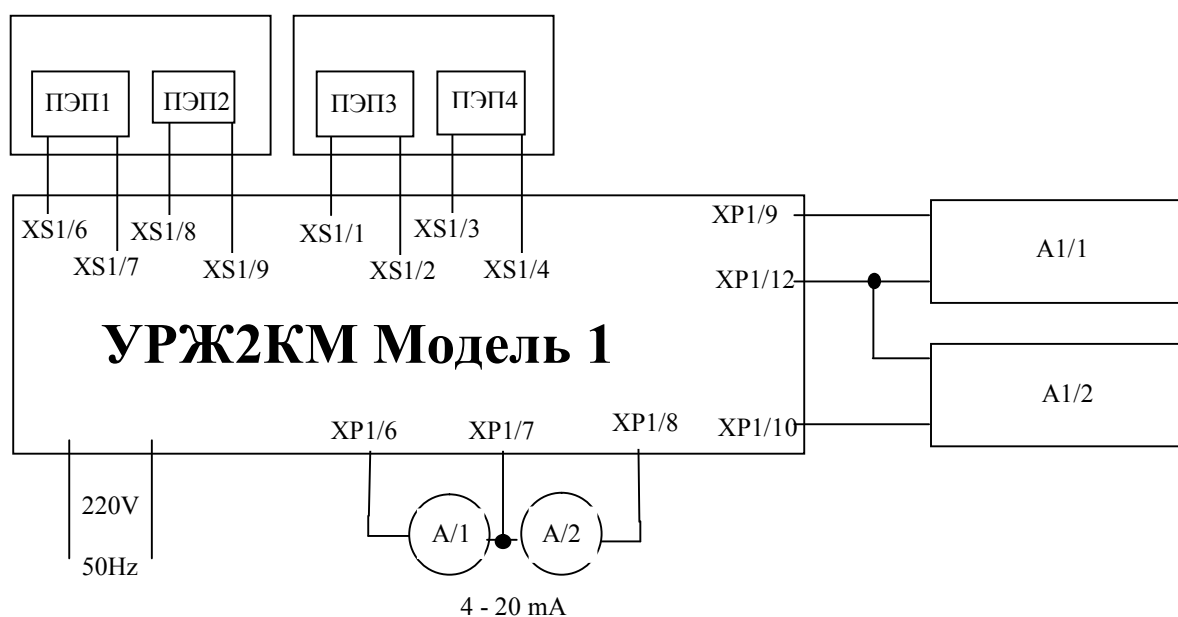
Примечания:

1 На этапе I для опробования используется схема по рисунку 1 из НД «Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2».

2 На этапе II опробование расходомера проводится после завершения монтажа расходомера.

Включите в сеть 220 В 50 Гцверяемый расходомер.

При исправной работе на передней панели расходомера должен засветиться зеленый светодиод "НОРМА".



ПЭП 1, 2, 3, 4 – Пьезопреобразователи;

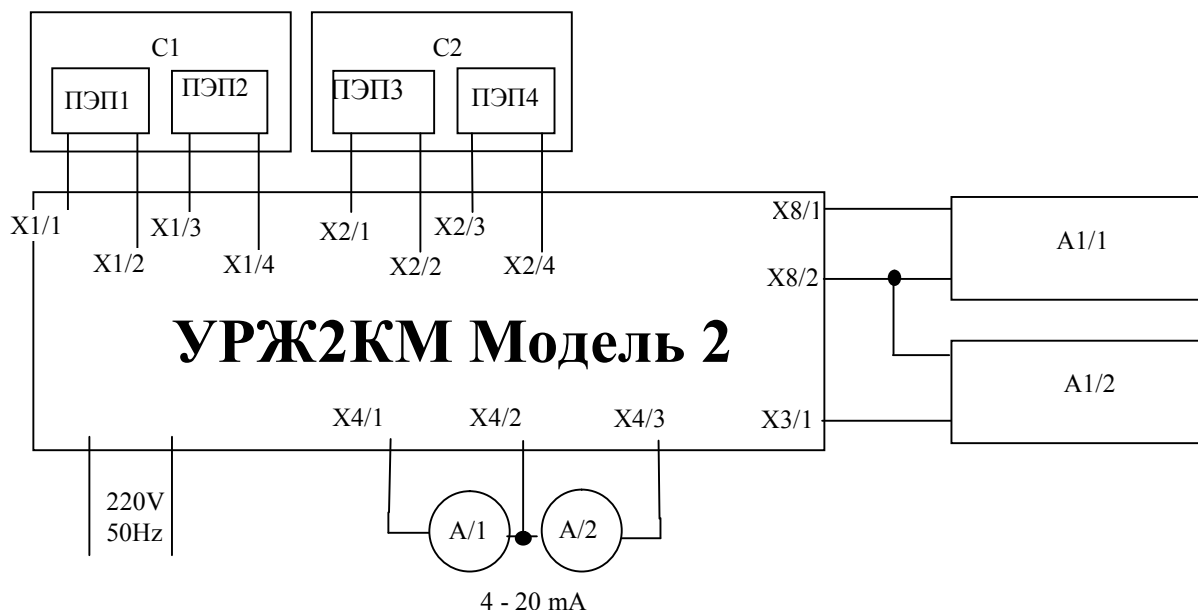
С1, С2 – кювета УТ – 12 или УПР;

А/1, А/2 – ампервольтметр универсальный GDM-8245;

А1/1, А1/2 – частотомер электронно-счетный GFC-8131Н;

Примечание - в случае применения УПР, параметры берутся из паспорта на УПР.

Рисунок 1а Схема поверки расходомера УРЖ2КМ Модель 1



ПЭП 1, 2, 3, 4 – Пьезопреобразователи;

С1, С2 – кювета УТ – 12 или УПР;

А/1, А/2 – ампервольтметр универсальный GDM-8245;

А1/1, А1/2 – частотомер электронно-счетный GFC-8131Н;

Примечание - в случае применения УПР, параметры берутся из паспорта на УПР.

Рисунок 16 Схема поверки расходомера УРЖ2КМ Модель 2

6.1.4 Проверку электрической прочности изоляции в нормальных условиях проводят с помощью испытательной установки. Испытательное напряжение прикладывают поочередно между корпусом и всеми контролируемыми цепями по таблице 4а для Модели 1 и таблице 4б для Модели 2.

Таблица 4а

Точки приложения испытательного напряжения	Испытательное напряжение, кВ
1. Между соединенными вместе выводами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 разъема ХР1 и контактом защитного заземления РЕ вилки сетевого питания.	0.5
2. Между соединенными вместе двумя штырями вилки сетевого питания и контактом защитного заземления РЕ этой вилки.	1.5

Таблица 4б

Точки приложения испытательного напряжения	Испытательное напряжение, кВ
1. Между соединенными вместе выводами X1/1, X1/2, X1/3, X1/4, X2/1, X2/2, X2/3, X2/4 и контактом защитного заземления РЕ вилки сетевого питания.	0.5
2. Между соединенными вместе двумя штырями вилки сетевого питания и контактом защитного заземления РЕ этой вилки.	1.5

Испытательное напряжение следует подавать, начиная с нуля или со значения, не превышающего 10-15 В.

Контролируемые цепи выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин, после чего испытательное напряжение снижают до нуля.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Расходомер считают выдержавшим испытание, если при воздействии испытательных напряжений нет пробоя или поверхностного разряда.

6.1.5 Проверку электрического сопротивления изоляции в нормальных условиях проводят с помощью мегаомметра, который поочередно подключают к контролируемым цепям и прикладывают измерительное напряжение постоянного тока, согласно таблице 4.

Расходомер считают выдержавшим испытание, если действительные значения электрического сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

6.1.6 Определение погрешности ЭБ в режиме измерения времени распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) осуществляется с помощью кюветы УТ-12, подключенной к расходомеру по схеме рисунка 1.

Перед проведением измерения определяют полусумму длин кабелей L_k от ЭБ до ПЭП, расстояние L между ПЭП, которое измеряется штангенциркулем с погрешностью не более 0,1 мм. По таблице 11 и измеренному значению температуры воды определяется значение скорости ультразвука C в воде.

Поверка проводится для 1 Канала при включенной цифре 1 знакоместо "КАНАЛ".

Перейдите в режим программирования 1 Канала:

- нажмите кнопку "→", затем, удерживая кнопку "→" в нажатом состоянии, нажмите кнопку "ВВОД";
- отпустите **последовательно** кнопки "ВВОД", "→" - должен установиться режим "11" (на индикаторе в крайнем левом положении появляется число <11>)

- кнопкой "↑" введите режим "1" (на индикаторе в правом положении - <1>);

- запишите показания индикатора (время прохождения ультразвуковых импульсов t_1);

- последовательно нажимая кнопку "↑", введите подрежимы "2", "3", "4", записывая каждый раз показания индикатора $t_2 - t_4$;

- рассчитайте T_1 и T_2 , мкс, по формулам:

$$T_1 = 0.2t_2 + 3.0517 \cdot 10^{-6} t_1 - 1.3 - 0.01L_k, \text{ мкс} \quad (1)$$

$$T_1 = 0.2t_4 + 3.0517 \cdot 10^{-6} t_3 - 1.3 - 0.01L_k, \text{ мкс} \quad (2)$$

где L_k - полусумма длин соединительных кабелей, м. Должно выполняться условие:

$$|T_1 - T_2| < 0.2 \text{ мкс}$$

- рассчитайте время распространения ультразвуковых импульсов, мкс:

$$t_{CP} = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (3)$$

- измерьте термометром температуру воды и по таблице 11 определите скорость ультразвука;

- вычислите расчетное значение времени распространения ультразвуковых импульсов, мкс:

$$t_{PACЧ} = \frac{L}{C} \cdot 10^6 \quad (4)$$

- вычислите погрешность измерения времени распространения ультразвуковых импульсов δ_t по формуле:

$$\delta_t = \frac{t_{CP} - t_{PACЧ}}{t_{PACЧ}} \cdot 100\% \quad (5)$$

Значение δ_t не должно превышать $\pm 0,4$ %.

Значение δ_t занести в Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ расходомера (протокол поверки). Выполните все операции для 2 Канала.

6.1.7 Определение погрешности ЭБ в режимах измерения расхода и объема воды проводится в соответствии с рисунком 1 в следующей последовательности.

6.1.7.1 Из таблицы 5 выберите значение шкалы S и соответствующее ей значение 3.3 $Q_{наим}$ для Ду 50 и более, а из таблицы 6 соответствующие им значения байтов разности времен в соответствии с диаметром УПР или трубопровода. При поверке на приспособлении УТ-12 (исполнения без УПР) берутся значения для диаметра $D_n = 0,05$ м.

Таблица 5.

Диаметр, Ду, мм	50	65	80	100	150	200	200-400	400-600	600-800	800-3000
Шкала S , м ³ /ч	10,0	12,0	15,0	20,0	30,0	40,0	70,0	100,0	140,0	180,0
3,3 $Q_{наим}$, м ³ /ч	8,3	10,9	13,2	16,5	24,8	33	66	99	132	165

Таблица 6.

Точка диапазона	Δt , нс	Байты смещения вводимые в расходомер		
		A_2	A_1	A_0
3,3 $Q_{наим}$	53,125	000	068	000

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Установите режим программирования 1 Канала:

- нажмите кнопку "→", затем, удерживая кнопку "→" в нажатом состоянии, нажмите кнопку "ВВОД" в момент появления на табло расходомера цифры "1" на знакоместе "КАНАЛ";
- отпустите **последовательно** кнопки "ВВОД", "→" - на индикаторе в крайнем левом положении должна появиться цифра <11> - режим "11" индикации измеренных параметров;
- нажмите кнопку "ВВОД" - на индикаторе должно установиться 6 – ти разрядное поле ключевого слова (пароля);
- манипулируя кнопками "→" и "↑" ввести код 000000;
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "12"- шкала расхода;
- передвигая курсор кнопкой "→" и нажимая кнопку "↑" введите значение шкалы S из таблицы 5;
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "13"-диаметр трубопровода;
- передвигая курсор кнопкой "→" и нажимая кнопку "↑" введите число Dn из Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер (при поверке на кювете УТ-12 Dn = 0,05 м.);
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "14"- расстояние между ПЭП;
- передвигая курсор кнопкой "→" и нажимая кнопку "↑" введите число L (расстояние между ПЭП из Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер или УТ-12);
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "15"-отключение выходных сигналов при малых токах;
- передвигая курсор кнопкой "→" и нажимая кнопку "↑" введите число <0.1>;
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "16"- время усреднения;
- передвигая курсор кнопкой "→" и нажимая кнопку "↑" введите число <20>;
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "17"-нулевой уровень 0;
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "18"-контроль;
- кнопкой "↑" введите последовательно подрежимы 0-3;
- измерить в каждом подрежиме значение частоты импульсного выхода и величину тока, они должны соответствовать значениям, указанным в таблице 7.

Таблица 7

Номер подрежима	Частота, Гц	Ток, мА
"100"	$100 \pm 0,5$	$20 \pm 0,20$
"16,6"	$16,67 \pm 0,0332$	$6,66 \pm 0,066$
"2"	$2 \pm 0,004$	$4,33 \pm 0,043$

- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "19"-длина кабеля;
- передвигая курсор кнопкой "→" и нажимая кнопку "↑" введите число Lk из Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер;
- нажмите кнопку "ВВОД" - должен установиться режим "10"-коэффициент коррекции;
- передвигая курсор кнопкой "→" и нажимая кнопку "↑" введите число <.1000 1>;
- два раза нажмите кнопку "ВВОД" - расходомер должен перейти в режим измерения расхода (должен светиться индикатор "НОРМА").

6.1.7.2 Двукратным нажатием кнопки "→" проведите автокоррекцию нулевого расхода. Через время 60-120 сек. снимают с индикатора показания расхода Q_0 . Вычисляют относительное смещение нуля по формуле:

$$\delta_0 = \left(\frac{G_0}{S} \right) \cdot 100\%, \quad (6)$$

где S - из таблицы 5.

Проводят автокоррекцию пока не будет выполнено условие $\delta_0 < 0.5 \%$. Если после 5-кратного повторения автокоррекции данное условие не выполняется, дальнейшая поверка прекращается.

6.1.7.3 Погрешность ЭБ в режиме измерения расхода в точке диапазона 3,3 $Q_{\text{наим}}$ определяется следующим образом:

Выберите значение шкалы в соответствии с п.6.1.7.1 и определите погрешность по методике 6.1.7.4 - 6.1.7.6.

6.1.7.4 Перейдите в режим программирования и нажимая кнопку "ВВОД" шесть раз, установите режим "17" программирования.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Введите разность времени Δt из таблицы 6 (значения байтов A2, A1, A0) следующим образом:

- кнопкой "→" установите курсор (мигающая цифра) в крайнее правое положение;
- кнопкой "↑" установите второй байт;
- запомните его значение;
- кнопкой "↑" установите значение 1 (признак первого байта);
- если второй байт равен 000, то суммируйте к первому байту значение A1 из таблицы 6;
- если второй байт равен 255, то вычтите из первого байта значение A1 из таблицы 6;
- нажмите пять раз кнопку "ВВОД", расходомер должен перейти в режим измерения и показать расход. Через время 60-100 сек. зафиксируйте показания расхода $Q_{и}$.

6.1.7.5 Перейдите в режим "11" программирования, считайте значения t_1-t_4 по методике 6.1.6. Вычислите значение $t_{ср}$, мкс, по формуле:

$$t_{ср} = 0.1(t_2 + t_4) + 1.52585 \cdot 10^{-6} \cdot (t_1 + t_3) - 1.3 - 0.01L_k, \quad (7)$$

где L_k - полусумма длин соединительных кабелей, м.

Вычислите расчетное значение Q_p , м³/ч, по формуле:

$$Q_p = 75103694 \times \frac{D_n \times L^2}{t_{ср}^2}, \quad (8)$$

где D_n - диаметр из Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер, м;

L - расстояние между торцами датчиков из Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ на расходомер, м;

$t_{ср}$ - значение из формулы (7);

6.1.7.6 Рассчитайте погрешность ЭБ по индикатору по формуле:

$$\delta_{и} = \frac{Q_{и} - Q_p}{Q_p} \times 100\%, \quad (9)$$

Определение погрешности импульсного выхода проводится следующим образом:

- запустите секундомер в момент изменения единицы младшего разряда электронного счетчика импульсов;
- запишите показания индикатора $K_{нач}$;
- через время не менее 6 мин остановите секундомер в момент изменения единицы младшего разряда индикатора электронного счетчика импульсов;
- запишите показания индикатора $K_{кон}$ и показания секундомера t , сек;
- определите изменение количества импульсов за время t по формуле:

$$K_{изм} = K_{кон} - K_{нач} \quad (10)$$

- вычислите погрешность при измерении расхода на импульсном выходе δ_f по формуле:

$$\delta_f = \frac{\frac{S}{100} \times \frac{K_{изм}}{t} - Q_{расч}}{Q_{расч}} \times 100\%, \quad (11)$$

где $\delta_{и}$ и δ_f - погрешности ЭБ по индикатору и импульсному выходу соответственно;

$Q_{и}$ - значение расхода из п.6.1.7.4;

S - шкала расходомера (режим "12" программирования), м³/ч;

Определение погрешности токового выхода проводится следующим образом:

- измерьте ток $I_{изм}$ (мА) на токовом выходе расходомера;
- вычислите погрешность при измерении расхода на токовом выходе δ_I по формуле:

$$\delta_I = \frac{S(I_{изм} - I_{min})(I_{макс} - I_{min}) - Q_{расч}}{Q_{расч}} \times 100\%$$

где:

S - установленное значение шкалы расхода м³/ч;

$I_{изм}$, $I_{макс}$, I_{min} - измеренное, максимальное и минимальное значения по токовому выходу, мА.

Расходомер признается пригодным к эксплуатации, если погрешности δ_Q , δ_f , δ_I не превышают значения $\pm 0,5$ %.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Значения δ_Q , δ_F , δ_I заносятся в Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ в протокол поверки расходомера.

ЭБ признается пригодным к эксплуатации, если погрешности δ и δ_F не превышают значения $\pm 0,5$ %. Значения δ_I и δ_F заносятся в Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ в протокол поверки расходомера.

Поверка 2 Канала осуществляется аналогично поверке 1 Канала.

6.1.7.7 Погрешность ЭБ в режиме измерения объема определяют следующим образом:

- двукратным нажатием кнопки " \rightarrow " проведите автокоррекцию. Установите расход по методике 6.1.7.4. Рассчитайте Q_p по методике 6.1.7.5;
- нажмите кнопку " \uparrow ". ЭБ должен перейти в режим отображения накопленного объема;
- в момент смены значения младшего разряда индикатора объема включите секундомер и зафиксируйте начальное значение объема $V_{\text{нна}}$;
- через время не менее 400 сек. остановите секундомер в момент смены младшего разряда индикатора объема и зафиксируйте конечное значение объема $V_{\text{кко}}$;
- погрешность ЭБ в режиме измерения объема рассчитывают по формуле:

$$\delta v = \frac{V_{\text{кко}} - V_{\text{нна}} - V_p}{V_p} \times 100\%, \quad (12)$$

$$V_p = \frac{Q_p \times T_c}{3600}, \quad (13)$$

где Q_p - значение расхода по формуле (8), $\text{м}^3/\text{ч}$;

T_c - время по секундомеру, с.

ЭБ признается пригодным для эксплуатации, если значение погрешности δv не превышает 0,6 %. Результат вычисления δv заносят в Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ в протокол испытания расходомера.

Примечание:

Изменение температуры поверочной жидкости за время измерения погрешности объема не должно превышать 0,5 °C.

Выполните операции пункта для 2 Канала.

6.1.7.8 Определение допускаемой относительной погрешности ЭБ при измерении времени работы производится следующим образом:

- запустите секундомер в момент переключения показания индикатора с одного канала на другой;
- не менее чем через 6 минут остановите секундомер в момент переключения с канала на канал, запишите показания секундомера;
- найдите число N :

$$N = \frac{t_c}{6,69174}; \quad (14)$$

где: t_c – показание секундомера, сек.;

N – количество переключений с одного канала на другой.

- число N округлите до целой части.

- рассчитайте время $t_{\text{рас}}$, сек.:

$$t_{\text{рас}} = N_{\text{ОКРУГЛ}} \cdot 6,69174;$$

Погрешность измерения рассчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{(t_{\text{рас}} - t_c)}{t_{\text{рас}}} \cdot 100 \quad (15)$$

Расходомер допускается к применению, если значение δ_t не превышает $\pm 0,1$ %.

6.1.8 Определение и измерение линейно-угловых параметров УПР.

К линейно-угловым параметрам относятся: внутренний диаметр, расстояние между ПЭП, угол наклона, смещение оси акустического канала (АК). Данные параметры измеряются на этапе I первичной поверки на заводе-изготовителе, поэтому методика их измерения определяется имеющимися на заводе СИ, технологическими процессами и т.д. При необходимости может быть разработана специальная МВИ в соответствии с ГОСТ 8.010.

6.1.8.1 Измерение внутреннего диаметра корпуса ультразвукового преобразователя.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Внутренний диаметр корпуса УПР измеряют штангенциркулем по двум взаимоперпендикулярным направлениям I-I и II-II (D_I и D_{II}) (рисунок 2). Точность измерения не хуже 0,05 мм.

По каждому из направлений корпуса выполняют не менее 11 измерений.

Вычисляют среднеарифметическое значение внутреннего диаметра:

$$Dn' = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum D_{II} + \frac{1}{m} \sum D_{II} \right) \quad (16)$$

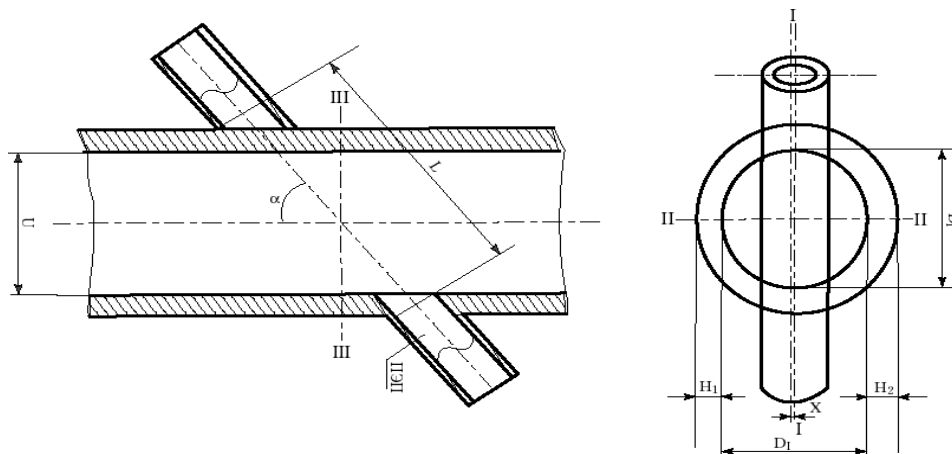


Рисунок 2. Схема измерения внутреннего диаметра трубопровода.

Проверяют выполнение условия $|D_{II} - D_I| \leq 0.01 Dn'$. Вычисленное значение Dn' заносится в протокол.

До монтажа УПР в реальный трубопровод по такой же методике измеряют внутренний диаметр трубопровода (с учетом отложений) и согласно формуле (16) вычисляют его среднее значение Dn .

После проведения измерений проверяют выполнение условия:

$$|Dn - Dn'| \leq 0.05 Dn \quad (17)$$

Если условие (17) не выполняется, то монтаж УПР в данном месте допускается только с установкой прямолинейных участков отвечающих условию (17) - 15Ду до и 5Ду после УПР.

6.1.8.2 Измерение расстояния между ПЭП в УПР или трубопроводе возможно двумя способами:

- механическим с помощью нутромера или штанги и штангенглубиномера. Измерения повторяют не менее 11 раз и вычисляют среднеарифметическое значение L . Точность измерения не хуже 0.05 мм.

При этом должно выполняться условие: $|L_i - L| \leq 0.2$ мм

Результат вычисления L заносят в протокол.

- электронным с помощью ЭБ, поверенного по п.6.1.6 настоящей инструкции на кювете УТ-12. Для этого заполните дистиллированной водой УПР или участок трубопровода с установленными ПЭП, так чтобы излучающие поверхности ПЭП полностью находились под водой. С помощью термометра с точностью не хуже 0.1°C определите температуру воды на уровне установки ПЭП.

После этого измерьте по п.6.1.6 время прохождения ультразвуковых импульсов и по формулам (1), (2), (3) определите t_{CP} . Вычислите расстояние L (м) между ПЭП:

$$L = C_0 \cdot t_{CP} \cdot 10^{-6}, \quad (17)$$

где C_0 - скорость ультразвука в воде в м/с при измеренной температуре по таблице 11.

Определение L проведите не менее 5 раз и рассчитайте среднеарифметическое значение L_{CP} :

$$L_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n},$$

где n - число определений L .

6.1.8.3 Угол наклона оси акустического канала к оси трубы измеряют с помощью штанги и угломера.

Угол измеряют с точностью не хуже $\pm 2'$ не менее одиннадцати раз, предварительно установив штангу в отверстия держателя ПЭП (рисунок 2).

Вычисляют среднеарифметическое значение α .

При этом должно выполняться условие:

$$|\alpha_1 - \alpha| \leq 30'$$

Результат вычисления α заносится в протокол.

6.1.8.4 Смещение оси акустического канала относительно центральной оси трубопровода χ , (рисунок 3) определяют с помощью двух измерительных штанг равной длины и штангенциркуля. Одну штангу пропускают через отверстия держателей ПЭП, обеспечивая скользящую посадку, а другую размещают на наружной поверхности трубы так, чтобы точка касания являлась центром штанги. Затем, закрепив концы штанг стяжками на равном расстоянии A , измеряют расстояние A штангенциркулем. Перемещая внешнюю штангу на другую сторону трубопровода и, используя вышеуказанную методику, измеряют размер B . Смещение χ , с точностью не хуже 1% D_u , определяют по формуле:

$$\chi = \frac{|(A - H_1) - (B - H_2)|}{2}, \quad (18)$$

где H_1, H_2 - толщина стенки трубопровода в точках соприкосновения со штангой, мм, по результатам измерений следующей методики.

Толщину стенки H корпуса УПР измеряют ультразвуковым толщиномером в 2-х точках, определяемых пересечением оси II-II с поверхностью корпуса в плоскости III-III (рисунок 2).

В каждой точке выполняют не менее 11 измерений.

Проверяют выполнение условия:

$$0.49 \cdot D_n \leq \chi' \leq 0.51 \cdot D_n \quad (19)$$

$$\chi' = \chi + \frac{D_n}{2} \quad (20)$$

Вычисляют среднеарифметическое значение толщины H .

Результат вычисления χ заносят в протокол.

6.1.8.5 Ввод данных измерений.

Значения $S, D_n', L_k, K, A_2, A_1, A_0$ (см.п.6.1.7.2) и L вводят в память.

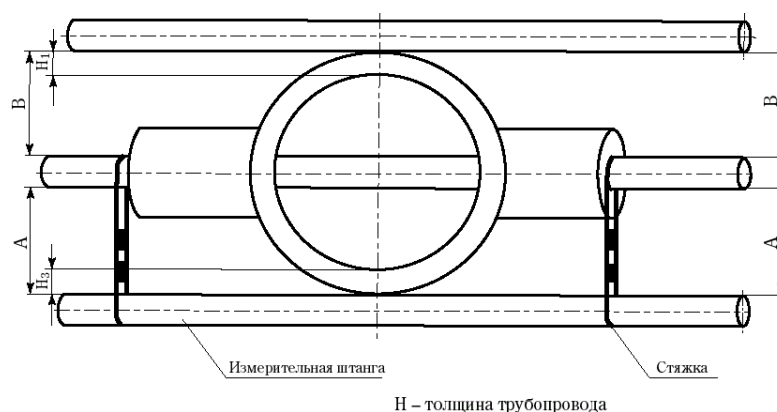


Рисунок 3. Эскиз к методике измерения смещения акустической оси трубопровода.

Параметры L , K , D_n' , α , χ , заносят в протокол поверки расходомера.

6.1.9 Измерение и определение линейно-угловых параметров трубопровода.

Данные параметры измеряются на этапе II первичной поверки до монтажа ПЭП на реальный трубопровод.

В процессе периодической поверки контролируется состояние внутренней поверхности трубопровода и его внутренний диаметр.

Выбор места установки, подготовка и проведение монтажа ПЭП осуществляется согласно указаниям соответствующих разделов инструкции по монтажу ТЕСС 421457.004 ИМ.

Изменения толщин стенки трубопровода и отложений на ней, а также внутреннего диаметра осуществляют после вскрытия трубопровода.

6.1.9.1 Измерение наружного диаметра трубопровода производится в следующей последовательности:

- рулеткой в сечениях I-I и II-II (рисунок 4) не менее 11 раз измеряется длина окружности трубопровода и вычисляется средняя длина окружности L_n , m , и среднее значение наружного диаметра по формуле:

$$D_{nn} = L_n / 3.1416, \quad (21)$$

- в зоне измерения длины окружности поверхность трубопровода должна быть очищена.

6.1.9.2 Определение смещения оси акустического канала. Смещение оси акустического канала относительно центральной оси трубопровода определяют по методике приведенной в п. 6.1.8.4.

6.1.9.3 Определение активной части акустического канала. Измерить суммарную толщину стенки трубопровода и отложений H_n (рисунок 4). При помощи измерительной штанги с фиксатором и штангенциркуля измерить расстояние H^{11} и H^{12} повторить измерение не менее 11 раз и вычислить среднее значение. Определить суммарную толщину стенки трубопровода и отложений H_{n1} по формуле:

$$H_{n1} = D_{H1} - H^{11} + H^{12} \quad (22)$$

где D_{H1} - наружный диаметр трубопровода в сечении 1-1 из 6.1.9.1.

Повторить измерения и вычислить величину H_{n2} :

$$H_{n2} = D_{H2} - H^{21} + H^{22}, \quad (23)$$

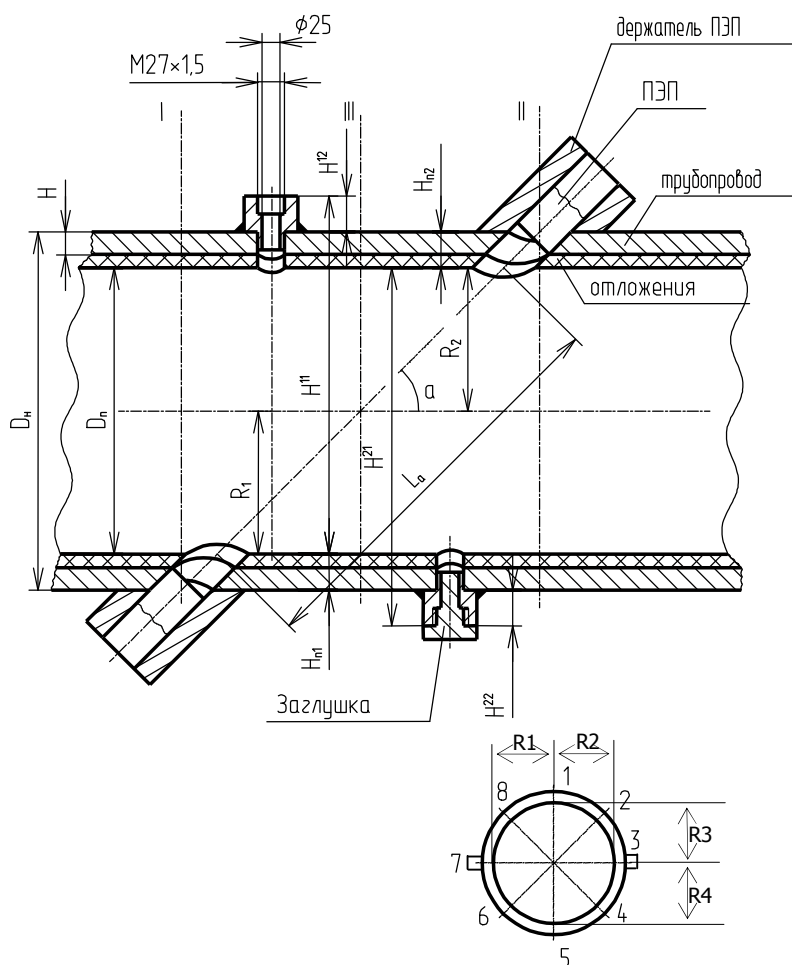


Рисунок 4. Схема измерения суммарной толщины стенки трубопровода и отложений.

Допускается производить измерения H_{n1} и H_{n2} на вырезанных образцах.

Значение длины оси акустического канала (активной части) вычисляют по формуле:

$$La = \frac{2}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\chi' \cdot [(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) / 2 - \chi']}, \quad (24)$$

где: $R_1 = 0,5 \cdot D_{H1} - H_{n1}$ - величина радиуса в горизонтальной плоскости (25)

$R_2 = 0,5 \cdot D_{H2} - H_{n2}$ - величина радиуса в горизонтальной плоскости (26)

$R_3 = 0,5 \cdot D_{H3} - H_{n1}$ - величина радиуса в вертикальной плоскости

$R_4 = 0,5 \cdot D_{H4} - H_{n2}$ - величина радиуса в вертикальной плоскости

$\chi' = \chi + D_n / 2,$ (27)

D_{H1}, D_{H2} - значения наружного диаметра трубопровода в горизонтальной плоскости трубопровода, измеренные в точках установки ПЭП;

D_{H3}, D_{H4} - значения наружного диаметра трубопровода в вертикальной плоскости трубопровода, измеренные в точках установки ПЭП;

H_n - толщина стенки в сечениях I и II (рисунок 4);

χ - значение из п. 7.2.2;

D_n - рассчитывается по методике п. 6.1.9.4.

Результат вычисления L_a заносят в протокол поверки.

6.1.9.4. Определение внутреннего диаметра трубопровода D_n (рисунок 4).

Среднее значение внутреннего диаметра трубопровода в сечении III по результатам измерений 6.1.9.1 и 6.1.9.3 вычисляют согласно выражению:

$$D_{n1} = D_{H1} - 2H_{n1} - \text{величина внутреннего диаметра в горизонтальной плоскости}; \quad (28)$$

$$D_{n2} = D_{H2} - 2H_{n2} - \text{величина внутреннего диаметра в горизонтальной плоскости}; \quad (29)$$

$$D_{n3} = D_{H3} - 2H_{n3} - \text{величина внутреннего диаметра в вертикальной плоскости};$$

$$D_{n4} = D_{H4} - 2H_{n4} - \text{величина внутреннего диаметра в вертикальной плоскости};$$

Вычислить среднее значение внутреннего диаметра D_n :

$$D_n = (D_{n1} + D_{n2} + D_{n3} + D_{n4}) / 4,$$

Результат вычисления D_n заносят в протокол поверки.

6.1.9.5. Измерение угла наклона оси акустического канала.

Измерение угла проводят с точностью не хуже $\pm 2'$ согласно рисунку 5 не менее 11 раз, с каждой стороны, вычисляют среднее значение α_n , где $n = 1, 2, 3, 4$, и $\alpha = (\alpha^1 + \alpha^4) / 2$.

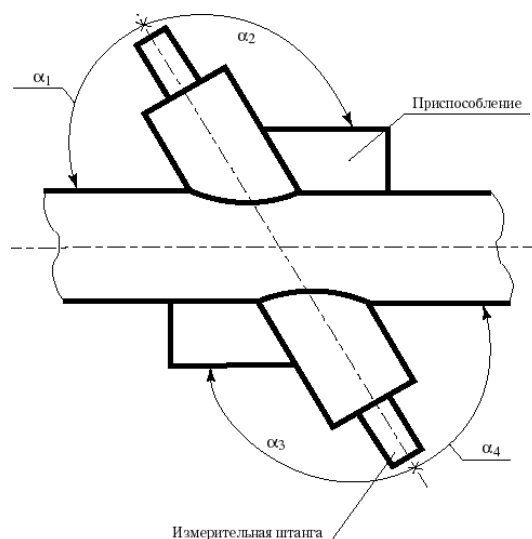


Рисунок 5. Измерение угла наклона акустической оси.

При этом должны выполняться условия:

$$|\alpha^1 - \alpha^4| \leq 30', \quad \alpha^1 + \alpha^2 = 180^\circ \pm 1^\circ, \quad \alpha^3 + \alpha^4 = 180^\circ \pm 1^\circ$$

Результаты вычисления заносят в протокол поверки.

6.1.9.6 Измерение расстояния между ПЭП в трубопроводе возможно электронным и механическим способами.

6.1.9.6.1 Измерение расстояния электронным способом выполняется с помощью вычислителя, поверенного по п. 6.1.6 настоящей инструкции на кювете УТ-12. Для этого заполните водой участок трубопровода с установленными ПЭП так, чтобы излучающие поверхности ПЭП полностью находились под водой. С помощью термометра с погрешностью не более $0,1^\circ\text{C}$ определите температуру воды на уровне установки ПЭП.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

После этого измерьте по п. 6.1.6 время прохождения ультразвуковых импульсов и по формулам (4) для подающего трубопровода и (5) для обратного трубопровода, определите t_{CP} . Вычислите расстояние L (м) между ПЭП:

$$L = C_0 \cdot t_{\text{CP}} \cdot 10^{-6},$$

где: C_0 - скорость ультразвука в воде в м/с при измеренной температуре по таблице 20.
Определение L проведите не менее 11 раз и рассчитайте среднеарифметическое значение L_{CP} :

$$L_{\text{CP}} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n},$$

где: n - число определений L .

6.1.9.6.2 Измерение расстояния механическим способом между ПЭП L проводить с погрешностью не более 1 % DN в соответствии с рисунком 6 следующим образом:

- заглушить один из держателей заглушкой;
- установить штангу измерительную в другой держатель до упора в заглушку;
- установить фиксатор на штангу до упора в посадочную поверхность ПЭП;
- вынуть штангу с корпусом из держателя и измерить не менее 11 раз расстояние L_{1i} с помощью штангенглубиномера или другого инструмента;
- вычислить среднее значение L_1 . При этом должно выполняться условие $|L_{1i} - L_1| \leq 0,2$ мм.
- вынуть заглушку;
- установить в один из держателей ПЭП с прокладкой и закрепить его гайкой из комплекта поставки с усилием, достаточным для обеспечения герметичности при эксплуатации трубопровода;
- измерить по приведенной выше методике расстояние L_{2i} от излучающей поверхности установленного ПЭП до посадочной поверхности другого ПЭП;
- вычислить среднее значение L_2 . При этом должно выполняться условие $|L_{2i} - L_2| \leq 0,2$ мм
- вычислить размер L_3 по формуле:

$$L_3 = L_1 - L_2, \quad (30)$$

- удалить установленный ПЭП с прокладкой из держателя;
- установить в другой держатель второй ПЭП с прокладкой и закрепить его гайкой из комплекта поставки с усилием, достаточным для обеспечения герметичности при эксплуатации трубопровода;
- по приведенной выше методике измерить расстояние L_2' для второго датчика;
- вычислить размер L_3' по формуле:

$$L_3' = L_1 - L_2',$$

-вычислить расстояние между торцами ПЭП1 и ПЭП2 по формуле:

$$L = L_1 - L_3 - L_3', \quad (31)$$

Вычислить среднее значение L .

Полученное значение L занести в протокол.

Внимание:

При замене или повторной установке ПЭП, необходимо отметить риск-местоположение гайки относительно держателя ПЭП. Заменить ПЭП, используя новую прокладку и затянуть гайку в соответствии с нанесенной ранее риск-меткой.

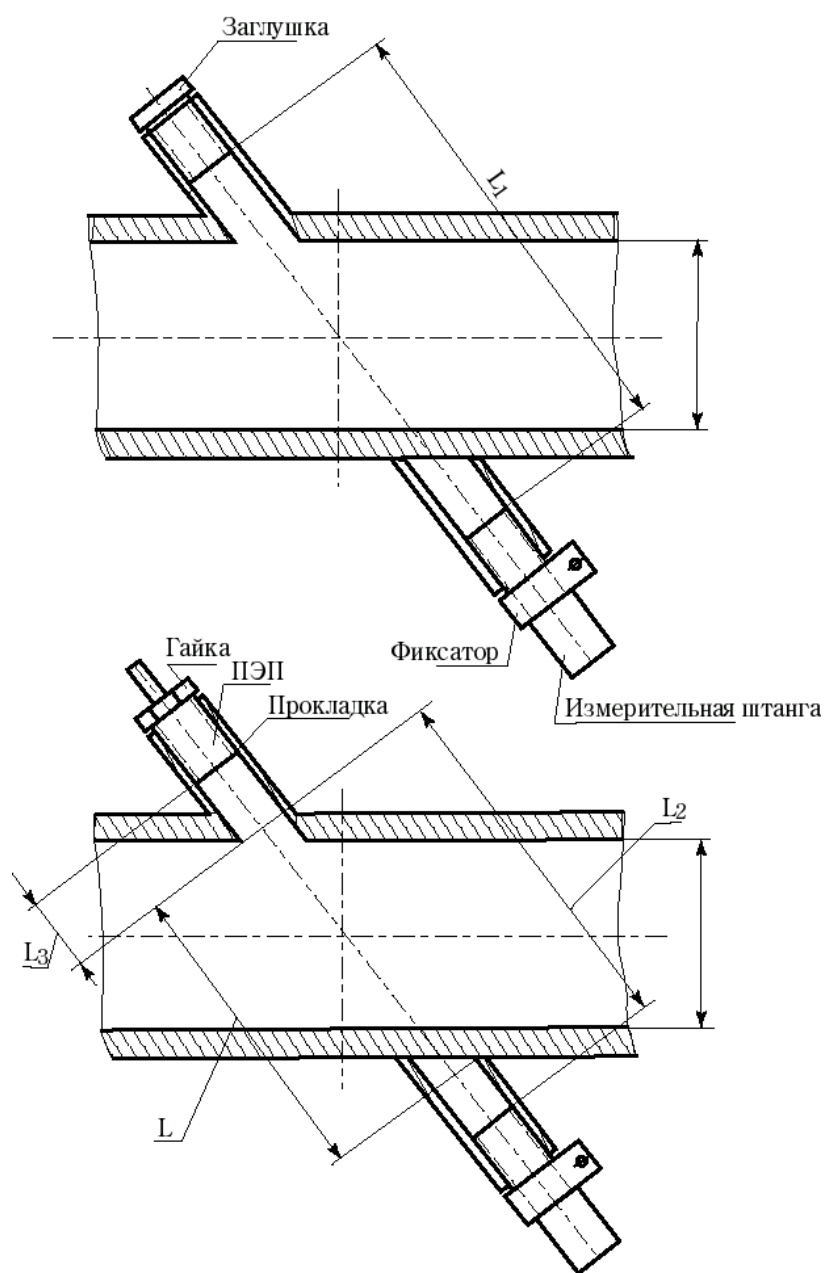


Рисунок 6. Измерение расстояния между ПЭП.

6.1.10 определение коэффициента коррекции.

Внимание.

Программа автоматического расчета $K_{кор}$ размещена на сайте предприятия-изготовителя.

Вручную коэффициент коррекции K (в режиме программирования "10" для 1 Канала и в режиме "20" для 2 Канала) определяется по формуле:

$$K = 1/K_r \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot K_d \cdot 1/K_{La}, \quad (32)$$

$$K_d = La / Dn \cdot \sin 45^\circ, \quad (33)$$

$$K_{La} = \sqrt{1 - \frac{4 \cdot \chi^2}{Dn^2}}, \quad (34)$$

где K_g - гидродинамический коэффициент. Определяется в п. 6.1.11;

α - фактически измеренный угол наклона;

La - длина активной части из формулы 24.

При периодических поверках эквивалентная шероховатость прямых участков трубопровода, прилегающих к УПР и ПЭП, не должна превышать значения 0,15 мм. В противном случае необходимо заново измерить внутренний диаметр трубопровода по п. 6.1.9.4 с учетом накопившихся отложений, пересчитать $K_{кор}$ и ввести его в расходомер. Для этого приглашается поверитель. В его присутствии программируется новый $K_{кор}$ для реальных условий и расходомер вводится в эксплуатацию без полной его поверки. Величина отложений определяется с помощью щупа, вставляемого в отверстие трубопровода или УПР. В рабочем режиме отверстие заглушается заглушкой согласно рисунка 4.

Если визуальный осмотр внутренней поверхности трубопровода невозможен, выбирается из таблицы 9 наибольшее значение K_z для применяемых материала трубопровода и технологии его изготовления.

Таблица 9. Эквивалентная шероховатость трубопроводов.

Материал	Состояние внутренней поверхности трубопровода	K_z , мм
Латунь, медь алюминий, пластмассы стекло, свинец	Новая, без осадков	<0,03
Сталь	Новая бесшовная: - холоднотянутая - горячетяннутая - прокатная Новая сварная С незначительным налетом ржавчины Ржавая битумированная: - новая - бывшая в эксплуатации Оцинкованная: - новая - бывшая в эксплуатации	<0,03 <0,1 <0,1 <0,1 <0,2 <0,05 <0,2 <0,15 0,18
Чугун	Новая Ржавая С накипью Битумированная, новая	0,25 <1,2 <1,5 <0,05
Асбестоцемент	Облицованная и необлицованная, новая Необлицованная, в обычном состоянии	<0,03 0,05

Таблица взята из ГОСТ 8.563.2

6.1.11 Определение гидродинамического коэффициента.

Гидродинамический коэффициент представляет собой отношение скорости жидкости, осредненной по акустическому каналу расходомера, к средней скорости жидкости в поперечном сечении трубопровода.

Он зависит от распределения местных скоростей потока в створе установки ПЭП расходомера, от числа Рейнольдса Re и шероховатости трубопровода.

Гидродинамический коэффициент K_g определяют по формуле:

$$K_g = (K_{гг} + K_{гг})/2, \quad (35)$$

где $K_{гв}$ - гидродинамический коэффициент, соответствующий максимальному значению Re_{MAX} ;

$K_{гн}$ - гидродинамический коэффициент, соответствующий минимальному значению Re_{MIN} .

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Числа Рейнольдса Re_{MAX} , Re_{MIN} определяют по формуле

$$Re_{MAX} = 4G_{НАИБ} / (\chi \cdot D_n \cdot v_{MIN}) \quad (36)$$

$$Re_{MIN} = 4G_{НАИМ} / (\chi \cdot D_n \cdot v_{MAX}) \quad (37)$$

где $Q_{наиб}$, $Q_{наим}$ - наибольший и наименьший расход рабочего диапазона расходомера, м³/с;

D_n - диаметр трубопровода, м, (из п. 6.1.9.4);

v_{min} , v_{max} - значения коэффициента кинематической вязкости в условиях эксплуатации данного расходомера.

Значение v , соответствующее температуре воды в условиях эксплуатации расходомера, определяется по данным таблицы 10.

Таблица 10. Коэффициент кинематической вязкости воды при атмосферном давлении (10-6 м²/с)

, °C	При t, °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,793	1,732	1,675	1,621	1,569	1,520	1,474	1,429	1,387	1,347
10	1,308	1,272	1,237	1,203	1,171	1,1401	1,1107	1,0825	1,0554	1,0294
20	1,0045	1,9805	0,9574	0,9353	0,9139	0,8934	0,8736	0,8545	0,8361	0,8184
30	0,8012	0,7847	0,7687	0,7533	0,7383	0,7239	0,7099	0,6964	0,6833	0,6706
40	0,6583	0,6464	0,6348	0,6236	0,6127	0,6022	0,5919	0,5820	0,5723	0,5629
50	0,5537	0,5449	0,5362	0,5278	0,5196	0,5116	0,5039	0,4963	0,4890	0,4818
60	0,4748	0,4680	0,4613	0,4549	0,4485	0,4424	0,4363	0,4305	0,4247	0,4191
70	0,4137	0,4083	0,4031	0,3980	0,3930	0,3881	0,3833	0,3787	0,3741	0,3691
80	0,3653	0,3610	0,3568	0,3527	0,3487	0,3448	0,3410	0,3372	0,3335	0,3299
90	0,3264	0,3229	0,3195	0,3162	0,3129	0,3097	0,3065	0,3035	0,3004	0,2975
100	0,2245	0,2917	0,2889	0,2861	0,2834	0,2808	0,2782	0,2756	0,2731	0,2706
110	0,2682	0,2658	0,2635	0,2612	0,2589	0,2567	0,2545	0,2524	0,2503	0,2482
120	0,2462	0,2442	0,2422	0,2403	0,2384	0,2365	0,2347	0,2328	0,2311	0,2293
130	0,2276	0,2259	0,2242	0,2225	0,2209	0,2193	0,2177	0,2162	0,2147	0,2132
140	0,2117	0,2102	0,2088	0,2074	0,2060	0,2046	0,2033	0,2019	0,2006	0,1993
150	0,1981									

Александров А.А., Трахтенгерц М.С. Теплофизические свойства воды при атмосферном давлении. М.; Изд-во стандартов, 1977, 100 с. (Государственная служба стандартных справочных данных. Сер.: Монографии).

Значение v других жидкостей определяется согласно ГОСТ 8.025 или измеряется по отобранной пробе вискозиметром.

Гидродинамический коэффициент $K_{гв}$ определяют по формуле:

$$K_{гг} = 1.01 + 0.38 \cdot \sqrt{\lambda}, \quad (38)$$

где λ - коэффициент гидравлического трения.

Коэффициент $K_{гн}$ определяют по значению коэффициента λ и числу Рейнольдса Re_{MIN} по графикам рис. 7.

Коэффициент гидравлического трения λ определяется расчетным путем.

Значение коэффициента λ вычисляют по формуле:

$$\lambda = 0.11 \cdot (68 / Re_{MAX} + K_3 / 1000 \cdot D_n)^{0.25}, \quad (39)$$

где K_3 - значение эквивалентной шероховатости трубопровода определяется согласно таблице 9.

Результаты вычислений $K_{кор}$ заносят в Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ в протокол поверки расходомера и программируется в расходомер.

6.1.12. Ввод градуировочных данных.

По результатам первичной поверки проводят программирование расходомера согласно указаниям Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Параметры $L, K, D_n, L_k, L_a, \alpha, \chi, K_{эб}, \delta t, \delta i, \delta f, \delta v$ заносят в протокол поверки расходомера.
Параметры $S, D_n, L, L_k, K, A_2, A_1, A_0$ (см.п.6.1.7.2) программируются в расходомере.

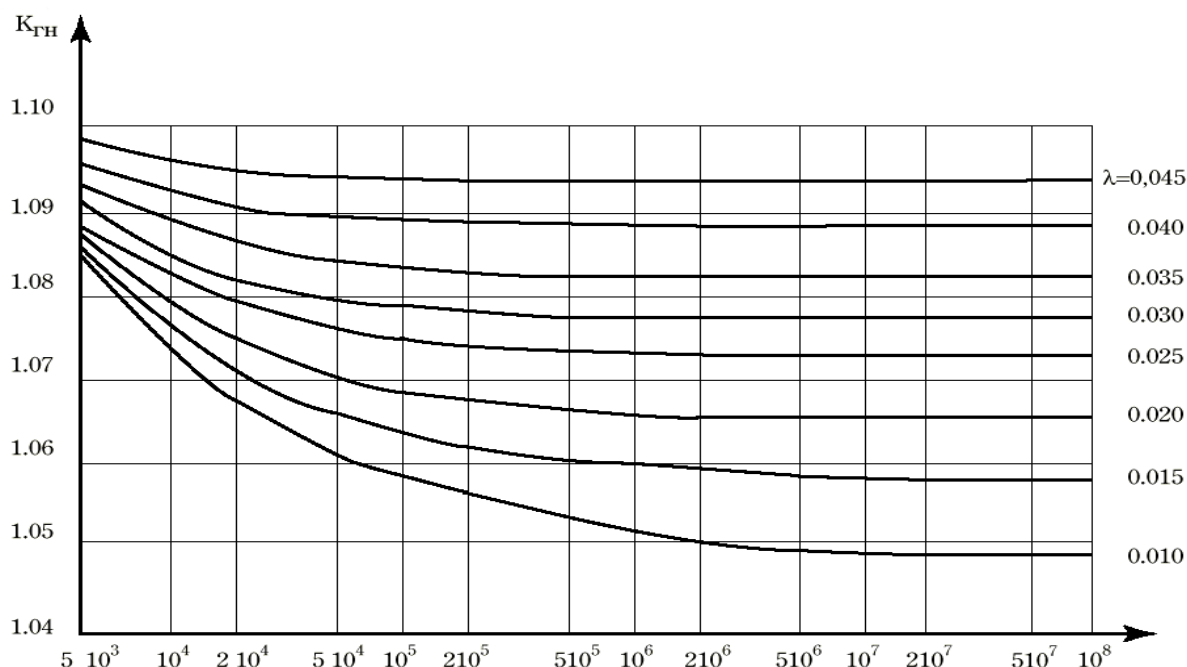


Рисунок 7.

6.2 Измерение параметров трубопровода при врезке ПЭП по нижней хорде.

6.2.1 Измерение наружного диаметра трубопровода производится в соответствии с п. 6.1.9.1 настоящего документа.

6.2.2 Определение внутреннего диаметра трубопровода $D_{вн}$ (рисунок 4).

Среднее значение внутреннего диаметра трубопровода в сечении III по результатам измерений 6.12.1 и 6.1.9.3 вычисляют согласно выражению:

$$D_{n1} = D_{H1} - 2H_{n1} \quad (40)$$

$$D_{n2} = D_{H2} - 2H_{n2} \quad (41)$$

Вычислить среднее значение внутреннего диаметра $D_{вн}$:

$$D_{вн} = (D_{n1} + D_{n2}) / 2, \quad (42)$$

Результат вычисления $D_{вн}$ заносят в протокол поверки.

6.2.3 Смещение оси акустического канала относительно центральной оси трубопровода χ_n (рисунок 8), определяют с помощью измерительной штанги, отвеса и штангенциркуля. Штангу пропускают через отверстия держателей ПЭП, обеспечивая скользящую посадку. Приложив уровень к нижней точке Е трубопровода и, используя отвес, измеряют расстояние от точки С до уровня (линия 3) не менее 11 раз. Вычисляют среднеарифметическое

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

значение размера χ_{NC} . Аналогично производится замеры смещения точки Д, не менее 11 раз. Вычисляют среднее-арифметическое значение размера χ_{ND} .

Смещение χ_N , определяют по формуле:

$$\chi_N = \frac{\chi_{NC} + \chi_{ND}}{2}, \quad (43)$$

Вычисляют смещение акустической оси по формуле:

$$\chi_{И} = D_H / 2 - H_n - \chi_N \quad (44)$$

где: D_H – наружный диаметр трубопровода;

H_n - толщина стенки трубопровода.

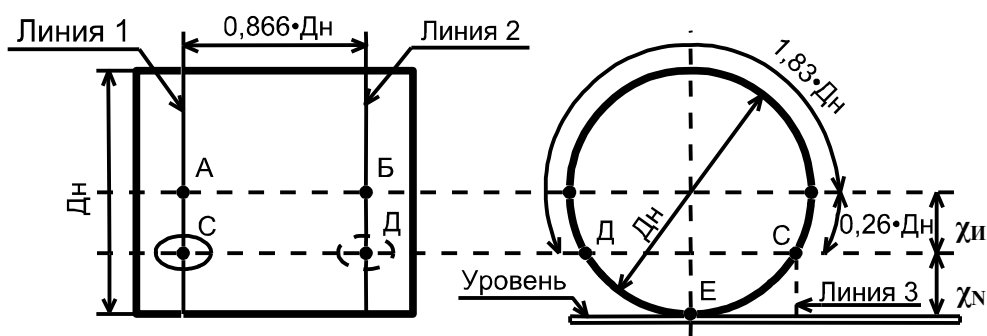


Рисунок 8 - Разметка трубопровода при врезке по хорде.

Проверяют выполнение условия:

$$0,245 D_{вн} < \chi_{И} < 0,255 D_{вн}, \quad (45)$$

где: $D_{вн}$ - внутренний диаметр трубопровода, м;

6.2.4 Измерение угла наклона оси акустического канала $\alpha_{И}$ производят согласно п. 6.1.9.5.

6.2.5 Значение длины оси акустического канала (активной части) вычисляют по формуле:

$$L_a = \frac{D_{вн}}{\sin \alpha_{И}} \sqrt{1 - \frac{4 \cdot \chi_{И}^2}{D_{вн}^2}} \quad (46)$$

Внимание.

Значения пределов относительных погрешностей обеспечиваются в результате выполнения требований и соблюдения условий и методов измерений, изложенных в настоящей Методике поверки и измерения (определения) линейно-угловых параметров трубопровода с погрешностью:

- линейных размеров - $\pm 0,8$ мм.;
- угловых размеров - ± 1 град.

6.2.6 При выполнении измерений расхода и объема воды при врезке пьезоэлектрических преобразователей по хорде, выполняют операции, включающие измерения и вычисления значений:

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

- гидродинамического коэффициента (K_{Γ});
- коэффициента коррекции (K_k);
- программирования расходомера;
- длин прямых участков.

6.2.7 Значение коэффициента гидродинамического вычисляют по выражению:

$$K_{\Gamma} = 1,004 + \frac{\lg Re_{\min} \cdot 10^{-4}}{D_{\text{вн}}} \pm \Delta X \cdot 0,15 \quad (47)$$

$$\Delta X = \chi_{\text{И}} - 0,25 \cdot D_{\text{вн}},$$

где:

- $D_{\text{вн}}$ - внутренний диаметр трубопровода, м;
- $\chi_{\text{И}}$ - измеренное значение смещения акустической оси относительно диаметра трубопровода, м;
- Re_{\min} – число Рейнольдса минимальное, вычисляется по формуле (37)

6.2.8 Значение коэффициента K вычисляют по формуле:

$$K = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{\text{И}}}{\sqrt{1 - \frac{4 \cdot \chi_{\text{И}}^2}{D_{\text{вн}}^2}}} \quad (48)$$

При этом коэффициент коррекции вычисляют по формуле:

$$K_k = (1/K_{\Gamma}) \cdot K \quad (49)$$

Внимание.

Программа автоматического расчета K_k размещена на сайте предприятия-изготовителя.

6.2.9 Программирование расходомера проводят согласно п. 2.1.2.3 "Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ".

6.2.10 Длины прямых участков измеряются рулеткой в метрах и должны соответствовать величинам, приведенным в Таблице 1 НД "Инструкция по монтажу изделия на месте его применения ТЕСС 421457.004 ИМ".

6.2.11 При выполнении измерений расхода и объема воды выполняют операции, указанные в п. 2.2.8 "Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ".

6.3 Измерение параметров трубопровода при врезке ПЭП по верхней хорде.

6.3.1 На наружной стенке трубопровода в диаметральной плоскости с помощью рулетки нанести две линии (линия 1, линия 2) на расстоянии $0,866 \cdot D_H$ друг относительно друга согласно рисунка.

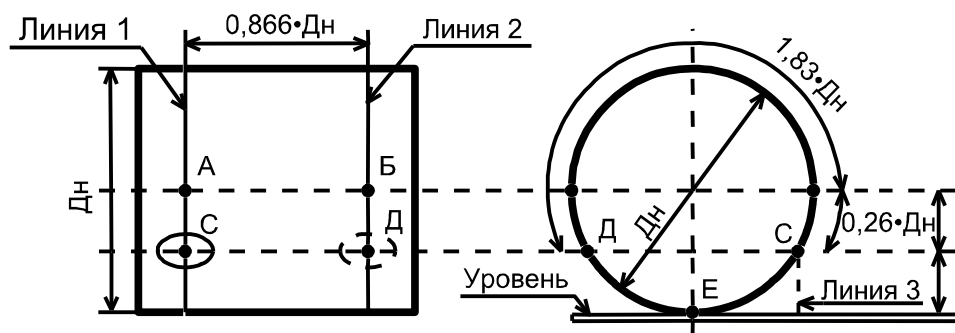


Рисунок Разметка УПР при врезке по хорде

6.3.2 На боковой стороне трубопровода, с помощью отвеса, отметить на линии 1 точку А, затем с помощью жесткого профиля (уголка, швеллера) провести горизонтальную линию до пересечения с линией 2 и отметить на ней точку В.

6.3.3 Отложить рулеткой расстояние $0,26 \cdot D_n$ от точки А вдоль линии 1, кернить полученную точку.

6.3.4 Отложить рулеткой расстояние $1,83 \cdot D_n$ от точки В вдоль линии 2 в противоположную сторону отрезка, проведенного из точки А, кернить полученную точку.

6.3.5 Вырезать овальные отверстия в трубопроводе под держатели в местах кернения.

6.3.6 Приварить держатели ПЭП согласно п.3.3.6.

6.3.7 Установку пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) производить аналогично установке ПЭП по нижней хорде.

6.3.8 Расчет коэффициента коррекции при установке ПЭП по верхней хорде, произвести аналогично расчету при установке ПЭП по нижней хорде.

6.4 При расположении ПЭП на одной трубе по двум хордам значения расхода, объема жидкости и времени наработки вычисляются как среднеарифметическое значение показаний двух каналов расходомера. Для вывода на индикатор этих значений следует:

- нажать кнопку "↑" – при этом выводится среднеарифметическое значение накопленного объема;
- нажать кнопку "↑" – при этом выводится показание расхода по 1 каналу. В этом режиме так же осуществляется ввод программируемых параметров по 1 каналу согласно п. 2.1.2.3. "Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ". Автокоррекция осуществляется согласно п. 2.1.2.2. "Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ", причем на индикаторе после автокоррекции может быть ненулевое показание расхода;
- нажать кнопку "↑" – при этом выводится показание расхода по 2 каналу. В этом режиме так же осуществляется ввод программируемых параметров по 2 каналу согласно п. 2.1.2.3. "Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ". Автокоррекция осуществляется согласно п. 2.1.2.2. "Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ".

- нажать кнопку "↑" – при этом выводится значение времени наработки;
- нажать кнопку "↑" – при этом расходомер войдет в рабочий режим с выводом на индикатор среднеарифметического значения показаний двух каналов расходомера.

Внимание.

При отказе канала измерения по одной из хорд, расходомер автоматически переходит на расчет значения расхода по исправной хорде.

6.5 Периодическая поверка

6.5.1 Внешний осмотр, опробование, проверку монтажа расходомера следует проводить в соответствии с 6.1.1, 6.1.2 и 6.1.3, соответственно.

6.5.2 Контроль значений градуировочных данных проводят используя указания Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ, вывода на индикатор расходомера значения градуировочных данных, и проверяют их соответствие значениям, приведенным в Руководстве по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ расходомера.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

6.5.3 Измерение параметров трубопровода.

В процессе периодической поверки возникает необходимость контроля изменения толщины отложений и, с учетом его, корректируют внутренний диаметр $D_{\text{вн}}$.

6.5.4 Определение погрешности ЭБ расходомера в режимах измерения расхода и объема воды в соответствии с 6.1.7.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. Положительные результаты поверки оформляются записью в Руководстве по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ расходомера, заверенной подписью поверителя с нанесением поверительного клейма и расходомер допускается к эксплуатации с нормированной погрешностью.

7.2. После проведения поверки, при ее положительных результатах, производится опломбирование расходомера.

Расходомеры УРЖ2КМ Модель 1, Модель 2. Методика поверки. ТЕСС 015.00 И2.

Таблица 11. Зависимость распространения скорости УЗС в воде от температуры м/с.

	При t, °C									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	1402,384	1402,888	1403,390	1403,891	1404,391	1404,890	1405,388	1405,885	1406,380	1406,874
1	1407,367	1407,859	1408,350	1408,839	1409,328	1409,815	1410,301	1410,786	1411,270	1411,753
2	1412,234	1412,715	1413,194	1413,672	1414,149	1414,625	1415,100	1415,574	1416,047	1416,518
3	1416,988	1417,458	1417,926	1418,393	1418,859	1419,323	1419,787	1420,250	1420,711	1421,172
4	1421,631	1422,089	1422,546	1423,002	1423,457	1423,911	1424,364	1424,816	1425,266	1425,716
5	1426,165	1426,612	1427,058	1427,504	1427,948	1428,391	1428,833	1429,274	1429,714	1430,153
6	1430,591	1431,028	1431,463	1431,898	1432,332	1432,764	1433,196	1433,627	1434,056	1434,484
7	1439,130	1439,546	1439,961	1440,375	1440,788	1441,200	1441,611	1442,021	1442,431	1442,839
8	1443,246	1443,652	1444,057	1444,461	1444,864	1444,266	1445,667	1445,068	1446,467	1446,865
9	1447,262	1447,658	1448,054	1448,448	1448,841	1449,234	1449,625	1450,015	1450,405	1450,793
10	1451,181	1451,567	1451,953	1452,338	1452,721	1453,104	1453,486	1453,866	1454,246	1454,625
11	1455,003	1455,380	1455,756	1456,131	1456,506	1456,879	1457,251	1457,622	1457,993	1458,362
12	1458,731	1459,099	1459,465	1459,831	1460,196	1460,560	1460,923	1461,285	1461,646	1462,007
13	1462,366	1462,724	1463,083	1463,439	1463,794	1464,149	1464,503	1464,856	1465,208	1465,559
14	1465,910	1466,259	1466,608	1466,955	1467,302	1467,648	1467,993	1468,337	1468,680	1469,022
15	1469,364	1469,704	1470,044	1470,383	1470,721	1471,058	1471,394	1471,729	1472,063	1472,397
16	1472,730	1473,061	1473,392	1473,722	1474,052	1474,380	1474,708	1475,034	1475,360	1475,658
17	1476,009	1476,332	1476,655	1476,976	1477,297	1477,617	1477,936	1478,254	1478,571	1478,887
18	1479,203	1479,518	1479,832	1480,145	1480,457	1480,769	1481,079	1481,389	1481,698	1482,006
19	1482,313	1482,620	1482,925	1483,230	1483,534	1483,837	1484,140	1484,441	1484,742	1485,042
20	1485,341	1485,640	1485,937	1486,234	1486,530	1486,825	1487,119	1487,413	1487,705	1487,997
21	1488,288	1488,578	1488,868	1489,157	1489,445	1489,732	1490,018	1490,304	1490,588	1490,872
22	1491,155	1491,438	1491,719	1492,000	1492,280	1492,560	1492,838	1493,116	1493,393	1493,669
23	1493,944	1494,219	1494,493	1494,766	1495,038	1495,310	1495,580	1495,850	1496,120	1496,388
24	1496,656	1496,923	1497,189	1497,455	1497,719	1497,983	1498,247	1498,509	1498,771	1499,032
25	1499,292	1499,551	1499,810	1500,068	1500,325	1500,582	1500,837	1501,092	1501,347	1501,600
26	1501,853	1502,105	1502,356	1502,607	1502,857	1503,106	1503,354	1503,602	1503,849	1504,095
27	1504,341	1504,585	1504,830	1505,073	1505,315	1505,557	1505,799	1506,039	1506,279	1506,518
28	1506,756	1506,994	1507,231	1507,467	1507,702	1507,937	1508,171	1508,404	1508,637	1508,869
29	1509,100	1509,331	1509,561	1509,790	1510,018	1510,246	1510,473	1510,699	1510,925	1511,150
30	1511,374	1511,598	1511,821	1512,043	1512,264	1512,485	1512,705	1512,925	1513,144	1513,362
31	1513,579	1513,796	1514,012	1514,227	1514,442	1514,656	1514,869	1515,082	1515,294	1515,505
32	1515,716	1515,926	1516,135	1516,344	1516,552	1516,759	1516,966	1517,172	1517,377	1517,582
33	1517,786	1517,990	1518,192	1518,394	1518,596	1518,796	1518,996	1519,196	1519,395	1519,593
34	1519,790	1519,987	1520,183	1520,379	1520,574	1520,768	1520,961	1521,154	1521,347	1521,538
35	1521,729	1521,920	1522,109	1522,298	1522,487	1522,675	1522,862	1523,048	1523,234	1523,420
36	1523,604	1523,788	1523,972	1524,155	1524,337	1524,518	1524,699	1524,879	1525,059	1525,238
37	1525,416	1525,594	1525,771	1525,948	1526,124	1526,299	1526,474	1526,648	1526,821	1526,994
38	1527,166	1527,338	1527,509	1527,679	1527,849	1528,018	1528,186	1528,354	1528,522	1528,688
39	1528,855	1529,020	1529,185	1529,349	1529,513	1529,679	1529,839	1530,001	1530,162	1530,323
40	1530,483	1530,642	1530,801	1530,959	1531,117	1531,274	1531,431	1531,587	1531,742	1531,897
41	1532,051	1532,205	1532,358	1532,510	1532,662	1532,813	1532,964	1533,114	1533,264	1533,413
42	1533,561	1533,709	1533,856	1534,003	1534,149	1534,294	1534,439	1534,584	1534,727	1534,870
43	1535,013	1535,155	1535,297	1535,438	1535,578	1535,718	1535,857	1535,995	1536,134	1536,271
44	1536,408	1536,544	1536,680	1536,815	1536,950	1537,084	1537,218	1537,351	1537,483	1537,615
45	1537,747	1537,877	1538,008	1538,137	1538,266	1538,395	1538,523	1538,650	1538,777	1538,904
46	1539,030	1539,155	1539,280	1539,404	1539,527	1539,651	1539,773	1539,895	1540,017	1540,137
47	1540,258	1540,378	1540,497	1540,616	1540,734	1540,852	1540,969	1541,085	1541,202	1541,317
48	1541,432	1541,547	1541,661	1541,774	1541,887	1541,999	1542,111	1542,222	1542,333	1542,443
49	1542,553	1542,662	1542,771	1542,879	1542,987	1543,094	1543,200	1543,306	1543,412	1543,517
50	1543,621	1543,725	1543,829	1543,932	1544,034	1544,136	1544,237	1544,338	1544,439	1544,538
51	1544,638	1544,736	1544,835	1544,933	1545,030	1545,127	1545,223	1545,319	1545,414	1545,509
52	1545,603	1545,697	1545,790	1545,882	1545,975	1546,066	1546,158	1546,248	1546,338	1546,428
53	1546,517	1546,606	1546,694	1546,782	1546,869	1546,956	1547,042	1547,128	1547,213	1547,298
54	1547,382	1547,466	1547,549	1547,632	1547,714	1547,799	1547,877	1547,958	1548,038	1548,118
55	1548,197	1548,276	1548,355	1548,432	1548,510	1548,587	1548,663	1548,739	1548,815	1548,890
56	1548,964	1549,038	1549,112	1549,185	1549,257	1549,329	1549,401	1549,472	1549,543	1549,613
57	1549,688	1549,752	1549,821	1549,889	1549,957	1550,024	1550,091	1550,157	1550,223	1550,289
58	1550,354	1550,418	1550,482	1550,546	1550,609	1550,672	1550,734	1550,796	1550,857	1550,918
59	1550,978	1551,038	1551,098	1551,157	1551,215	1551,273	1551,331	1551,388	1551,444	1551,501