

РАСХОДОМЕРЫ

ЖИДКОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДВУХКАНАЛЬНЫЕ УРЖ2КМ
Модель 1 и Модель 2

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТАЦИИ
Руководство по эксплуатации
Инструкция по монтажу

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Раздел I. Руководство по эксплуатации (ТЕСС 421457.015 РЭ)

Введение	3
1. Описание и работа изделия	4
2. Использование по назначению	19
3. Техническое обслуживание	26
4. Поверка (калибровка) расходомера	28
5. Правила хранения	29
6. Транспортирование	30
7. Комплектность	31
8. Утилизация	32
9. Гарантии изготовителя	32
10. Сведения о рекламациях	32
Приложение А. Таблица программирования параметров расходомера	33
Приложение Б. Назначение и состав средств и комплектов, поставляемых по отдельному заказу	41
Приложение В. Подключение расходомера к принтеру, модему ПК по интерфейсу RS 232	42
Приложение Г. Схема выходных каскадов расходомера УРЖ2КМ	43
Приложение Д. Схема выходного каскада токового выхода расходомера УРЖ2КМ	45
Приложение Е. Схема локальной сети, выполненной посредством интерфейса RS 485	47
Приложение Ж. Графики потерь давления в U-образных измерительных участках	49

Приложение З. Колибровка токовых выходов	50
Приложение И. Схема электрических соединений расходомера УРЖ2КМ модель 2 и вычислителей по импульсным выходам	52
Приложение К. Рекомендуемое подключение автономного питания к расходомеру УРЖ2КМ модель 2	53
Приложение Л. Подключение GSM-модема к ПК и УРЖ2КМ	53
Лист регистрации изменений	56

Раздел II. Инструкция по монтажу (ТЕСС 421457.004 ИМ)

Введение	3
1. Указание мер безопасности	3
2. Подготовка изделия к монтажу	4
3. Требования к месту установки УПР	4
4. Монтаж УПР	7
5. Требования к месту установки вычислителя	13
6. Монтаж вычислителя	14
7. Требования к месту прокладки кабелей	15
8. Присоединение кабеля к пьезопреобразователям	16
9. Пуск	17
Приложение А. Перечень средств измерения и приспособлений, рекомендуемых для применения при монтаже	18
Приложение Б. Конструкция струевыпрямителей	19

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АК – акустический канал
БД – база данных
ВС – водосчетчик
ГВС – горячее водоснабжение
ЖКИ – жидкокристаллический индикатор
НС – нештатная ситуация
ПК – персональный компьютер
ТР – трубопровод
ТС – теплосчетчик
Тр – время наработки расходомера
T_x – температура холодной воды
УПР – ультразвуковой преобразователь расхода
ЭБ – электронный блок
DN – условный диаметр
M – масса
V – объем
Q – объемный расход
 δ – относительная погрешность
 Δ – абсолютная погрешность
 γ – приведенная погрешность

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) является документом, содержащим сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках изделия, его составных частях и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия, удостоверяющим гарантированные изготовителем основные параметры и технические характеристики расходомера жидкости ультразвукового двухканального УРЖ2КМ (в дальнейшем -расходомер).

Перед началом работы необходимо внимательно ознакомиться с настоящим Руководством по эксплуатации.

При поступлении расходомера к потребителю на хранение или перед его вводом в эксплуатацию следует внимательно осмотреть изделия, входящие в состав расходомера, проверить комплектность поставки, а также сохранность пломб.

При эксплуатации расходомера необходимо вносить в соответствующие разделы РЭ сведения о поверке метрологических характеристик, перезаписи коэффициентов настройки.

В случае передачи расходомера на другое предприятие или в другие подразделения для эксплуатации или ремонта, его РЭ подлежит передаче вместе с расходомером.

Все записи в РЭ должны производиться чернилами или шариковой ручкой черного или фиолетового (синего) цвета, отчетливо и аккуратно. Записи должны быть заверены подписью и печатью.

Расходомер УРЖ2КМ зарегистрирован в Госреестре РФ под № 23363 – 07.

Расходомер УРЖ2КМ зарегистрирован в Госреестре Украины под № UA-MI/3p639-2004.

Экспертное заключение Госэнергонадзора № 258-BC.

Расходомер УРЖ2КМ зарегистрирован в Госреестре Казахстана под № KZ.02.03.02799/23363-07

ВНИМАНИЕ!

При использовании расходомеров и монтаже первичных преобразователей выполните следующие требования:

- при использовании измерительных участков U – образной формы, прямолинейные участки не требуются;
- плоскость, образованная парой ультразвуковых датчиков, должна преимущественно располагаться горизонтально для трубопроводов, проложенных горизонтально;
- в рабочих условиях весь объем трубы ультразвукового преобразователя расхода (УПР) должен быть заполнен измеряемой средой;
- монтаж электрических цепей должен производиться в строгом соответствии со схемой электрических соединений;
- необходима установка средств грозозащиты;
- избегать наличия газообразной среды в трубопроводе.

Отличительные особенности:

- переход с зимнего времени на летнее и наоборот осуществляется автоматически;
- имеются режимы дозирования и компарирования (для Модели 2);
- имеется возможность подключения расходомера к сети Ethernet. Высокоскоростной сервер Ethernet поддерживает следующие протоколы обмена: ARP, UDP, TCP, ICMP, Telnet, TFTP, AutoIP, DHCP, HTTP и SNMP с защитой информации по 256-bit AES Rijndael encryption;
- поддерживается широко известными диспетчерскими программами «Кливер Мониторинг Энерджи» и WORM;
- для связи со SCADA-системой разработан OPC-сервер.
- имеется возможность отключения всех интер-

фейсов и показаний текущего расхода, накопленного объема, времени наработки, накопленного количества тепловой энергии, температуры, давления и программируемых параметров при невыполнении договорных обязательств по оплате стоимости теплосчетчика. При этом теплосчетчик функционирует в нормальном режиме. После оплаты сообщается пароль (6 – разрядное число), после чего работоспособность интерфейсов и индикации восстанавливаются.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ РАСХОДОМЕРА

1.1.1 Расходомер предназначен для измерения объемного расхода и объема холодной, горячей воды или другой жидкости, протекающей по одному или двум напорным трубопроводам. Измеряемая среда - вода с кинематической вязкостью от $0,198 \cdot 10^{-6}$ до $1,569 \cdot 10^{-6}$ м²/с, содержанием твердых веществ не более 1% от объема, максимальной скоростью не более 12 м/с, числом Рейнольдса не ниже Re 10000, температурой от 1 до 150°C, давлением не более 1,6 МПа, либо любая другая жидкость, для которой известна скорость распространения ультразвука и имеется методика выполнения измерений.

1.1.2 В состав расходомера входят:

- два первичных ультразвуковых преобразователя расхода (УПР), каждый из которых состоит из двух пар пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП), установленных на измерительном участке условным диаметром (DN) от 15 до 3000 мм, а именно:

- при DN 15...200 мм. поставляется готовый УПР;
- при DN 250...3000 мм пьезоэлектрические преобразователи монтируются на существующий трубопровод;
- при DN 250...1000 мм. УПР может поставляться по заказу.
- вторичный преобразователь - электронный блок (ЭБ);
- комплект соединительных кабелей.

1.1.3 ЭБ расходомера соответствует:

- соответствию исполнению УХЛ 4 по ГОСТ 15150;
- группе исполнения II по ГОСТ 15150 по воздействию коррозионно-активных агентов;
- группе исполнения В4 по ГОСТ 12997-84 по устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха;

- группе исполнения Р1 по ГОСТ 12997-84 по устойчивости к воздействию атмосферного давления;

- группе исполнения Л3 по ГОСТ 12997-84 по устойчивости к механическим воздействиям;

- группе исполнения IP55 по ГОСТ 14254-80 по защищенности от попадания внутрь твердых тел и воды.

1.1.4 ЭБ работоспособен:

- при температуре окружающей среды от 5° до 50 °С;
- при влажности окружающей среды не более 80 % при температуре не более +35°C;
- при воздействии синусоидальных вибраций по группе исполнений Л3 ГОСТ 12997.

1.1.5 УПР (ПЭП) работоспособен:

- при температуре измеряемой среды от плюс 1 до 150 °С;
- при температуре окружающей среды от минус 40 до плюс 60 °С;
- при влажности окружающей среды не более 95 % при температуре +35 °С;
- при воздействии синусоидальных вибраций по группе исполнений N3 ГОСТ 12997.

1.1.6 По степени защиты от проникновения внутрь твердых тел и воды ПЭП имеют защищенное исполнение по группе IP67 по ГОСТ 14254-80.

1.1.7 Расходомер относится к восстанавливаемым, ремонтируемым изделиям.

1.1.8 Расходомер изготовлен в соответствии с техническими условиями ТЕСС 421457.015 ТУ.

1.1.9 Запись обозначения расходомера при заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть использован, должна иметь вид:

УРЖ2КМ - X - XXX/XXX - XXX/XXX - X - X - X - X - X - X - X - X

1- модель 1
2- модель 2

Диаметр УПР, м
первый/второй канал
000/000-беструбное
исполнение

Длины соединительных кабелей, м
первый/второй канал

Вид соединения:
O – фланцевое;
Z – резьбовое.
E – сварное

Материал корпуса УПР:
G - коррозионно-стойкая сталь;
F - углеродистая нелегированная сталь;
K - полипропилен;

Проведение первичной поверки:
Q - технологический, калиброванный;
P - поверенный имитационным способом;
R - поверенный методом проливки;

A – с архиватором, с интерфейсами RS 232 и RS 485;
D - с архиватором, с интерфейсом RS 232;
U – без архиватора, с интерфейсом RS 232

I – с USB (для модели 2)
V – с Ethernet (для модели 2)

Врезка пьезоэлектрических преобразователей:
B – по диаметру;
L – по одной хорде;
J – по двум хордам
H – по двум диаметрам

Наличие токового выхода:
S - 0-5 мА;
T - 4-20 мА

Автономное питание:
Y – с автономным питанием (для модели 2);

1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.2.1 Расходомер обеспечивает измерение:

- расхода воды в соответствии с таблицей 1 в одном или двух напорных трубопроводах;
- объема воды по каждому трубопроводу;
- время работы в режиме измерения указанных параметров раздельно по каждому трубопроводу.

Таблица 1

Условный проход DN, мм	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200
Максимальный, Qнаиб	(3,5)	(5)	(8)	36 (11)	48 (17)	75 (24)	127	192	300	675	1200
Переходный, Qперех	(0,08)	(0,14)	(0,2)	0,6 (0,44)	0,9 (0,7)	1,5 (0,9)	2,5	3,8	6	14	24
Минимальный, Qнаим	(0,03)	(0,05)	(0,07)	0,2 (0,16)	0,3 (0,2)	0,5 (0,3)	0,9	1,3	2,0	4,5	8,0

Примечания

1 Qнаиб, Qперех, Qнаим, м³/ч, для трубопровода с условным диаметром от DN 250 по DN 3000 мм, определяются по формулам:

$$Q_{наиб} = 0,03 \cdot DN^2, \quad (1)$$

$$Q_{перех} = 0,0006 \cdot DN^2, \quad (2)$$

$$Q_{наим} = 0,0002 \cdot DN^2, \quad (3)$$

где: DN – условный диаметр УПР или трубопровода, мм;
2 Диаметры труб первого и второго каналов могут быть крайне разными.

3 УПР с условными проходами от DN15 по DN25 имеют измерительные участки U-образной формы. DN от 32 по DN 50 имеют измерительные участки полнопроходной формы или U-образной формы (обозначения в скобках – для участков U-образной формы, без скобок – для участков полнопроходной формы). УПР с условными проходами от DN65 и выше имеют только полнопроходные измерительные участки.

Примечания

- 1 В комплекте поставки материал корпусов УПР одинаковый;
- 2 Интерфейс RS232 входит в стандартную комплектацию.

1.2.2 Расходомер отображает в цифровом виде на индикаторах:

а) в постоянном режиме:

- расход воды поочередно в первом и втором трубопроводах, м³/ч;

б) по запросу оператора (пользователя);

- объем воды в каждом трубопроводе, м³;

- время исправной работы в режиме измерения указанных параметров для каждого канала, ч.

1.2.3 ЭБ соединяется с ПЭП высокочастотными кабелями длиной от 5 до 200 м.

1.2.4 Расходомер после отключения от сети сохраняет заданные значения параметров и накопленную информацию:

- о суммарном объеме воды по каждому трубопроводу, м³;

- о времени исправной работы по каждому каналу, ч.

1.2.5 Максимальное значение измеряемого параметра:

- по расходу от 9,9999 до 99999 м³/ч;

- по объему от 9999,999 до 99999990 м³;

- по времени работы до 999999,9 ч.

1.2.6 Цена единицы младшего разряда устанавливается:

- по расходу от 0,0001 до 1 м³/ч;

- по объему от 0,001 до 10,0 м³.

1.2.7 В расходомере для каждого канала устанавливаются в режиме программирования в соответствии с Приложением А следующие параметры:

- значение шкалы, соответствующее 100 % уровню выходных сигналов расходомера, м³/ч.

- внутренний диаметр трубопровода в месте установки ПЭП, м;

- расстояние между ПЭП, м;

- уровень отсечки выходных сигналов при значениях расхода ниже 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,5; 3; 6; 13; 26 от установленного значения шкалы, %;

- постоянная времени усреднения измерения в секундах, выбираемая из ряда 0,02; 0,04; 0,8; 0,15; 0,30; 0,60; 1,3; 2,6; 5; 10; 20; 40; 80;

- длина высокочастотных соединительных кабелей от ПЭП до ЭБ, м;

- смещение нулевой точки отсчета (параметр устанавливается автоматически в режиме автокоррекции, при этом скорость потока воды на измерительном участке должна быть равна 0 м/с);

- коэффициент коррекции;

- ключевое 6 – ти разрядное слово (пароль);

- корректировка номинальной статической характеристики (при необходимости).

Общим параметром для обоих каналов является длительность выходного импульса, устанавливаемая в режиме программирования расходомера.

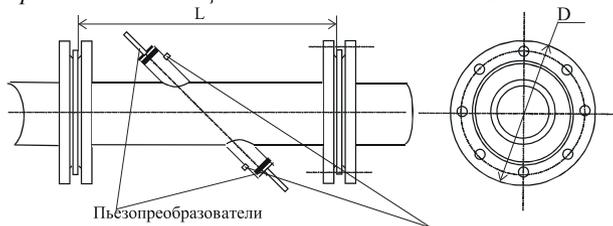
1.2.8 Габаритные и установочные размеры исполнений расходомера соответствуют указанным на рисунке 1.

1.2.9 Масса расходомера, в зависимости от исполнения, соответствует таблице 2 (без учета веса кабелей).

Обозначение	L, мм	D, мм
ПП15– 032	305	135
ПП15– 040	320	145
ПП15– 050	270	160
ПП15– 065	295	180
ПП15– 080	310	195
ПП15– 100	335	215
ПП15– 150	405	280
ПП15– 200	460	335

ПП15-250	520	405
ПП15-300	600	450
ПП15-400	740	580
ПП15-500	840	710
ПП15-600	940	-
ПП15-700	1030	-
ПП15-800	1140	-
ПП15-900	1210	-
ПП15-1000	1310	-
ПП15-1200	1510	-

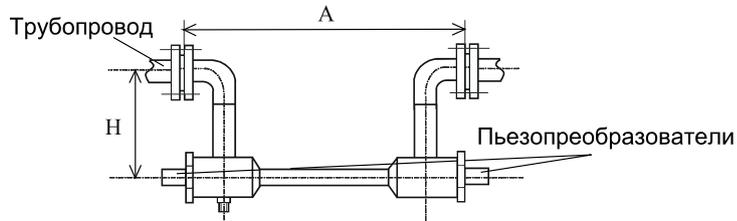
Примечание - Фланцы изготовлены по ГОСТ 12816-80



Клеймо ОТК

а) УПР изготовленные из нержавеющей стали

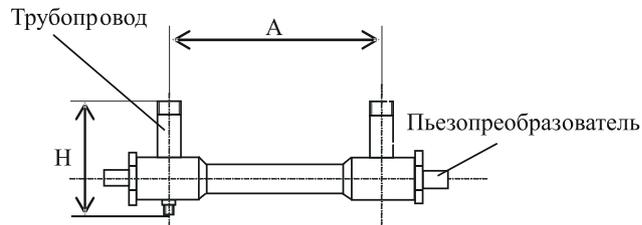
Исполнение	D_{yp} мм	d	A	H
ПП14-15	15	Труб ½	-	-
ПП14-20	20	Труб ¾	440	130
ПП14-25	25	Труб 1	575	130
ПП14-32	32	Труб 1¼	440	130
ПП14-40	40	Труб 1½	710	130
ПП14-50	50	Труб 2	575	115



б) УПР изготовленные из нержавеющей стали, фланцевые

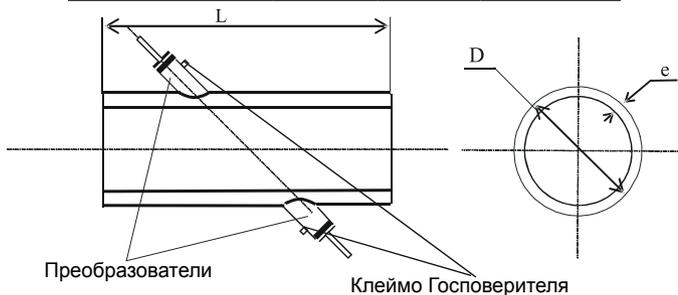
Примечание - Фланцы изготовлены по ГОСТ 12816-80

Исполнение	D_{yp} мм	d	A	H
ПП14-15	15	Труб ½	150	130
ПП14-20	20	Труб ¾	150	130
ПП14-25	25	Труб 1	150	130
ПП14-32	32	Труб 1¼	200	130
ПП14-40	40	Труб 1½	200	130

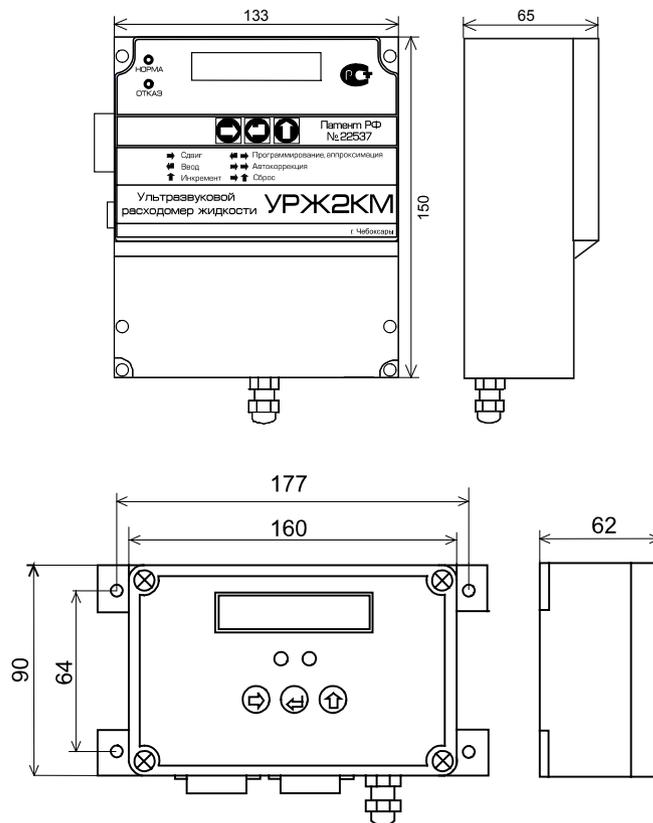


в) УПР изготовленные из нержавеющей стали, резьбовые

Обозначение	L, мм	D, мм	e, мм
ПП15- 032п	05	2	3
ПП15- 040п	20	0	3,7
ПП15- 050п	70	0	4,6
ПП15- 063п	15	3	5,8
ПП15- 075п	30	75	6,8
ПП15- 90п	350	90	8,2
ПП15- 110п	380	110	10
ПП15- 125п	400	125	11,4
ПП15- 140п	420	140	12,7
ПП15- 160п	450	160	14,6
ПП15- 225п	540	225	20,5
ПП15- 315п	665	315	28,6
ПП15- 350п	715	350	-
ПП15- 400п	785	400	-



г) УПР изготовленные из полипропилена



д) Электронный блок

Рисунок 1. Габаритные размеры УПР и электронного блока.

Таблица 2

Исполнение расходомера	Масса, кг
УРЖ2КМ – 000/000	0,7
УРЖ2КМ – 015/015	7,0
УРЖ2КМ – 020/020	7,6
УРЖ2КМ – 025/025	8,0
УРЖ2КМ – 032/032	9,0
УРЖ2КМ – 040/040	11,0
УРЖ2КМ – 050/050	33,0
УРЖ2КМ – 065/065	45,0
УРЖ2КМ – 080/080	51,0
УРЖ2КМ – 100/100	61,0
УРЖ2КМ – 150/150	97,0
УРЖ2КМ – 200/200	131,0

1.2.10 Питание расходомера осуществляется от сети переменного тока напряжением в пределах от 187 до 242 В, частотой 50(±1) Гц с коэффициентом высших гармоник до 5 % или от аккумуляторной батареи напряжением +12(±2) В.

1.2.11 Потребляемая расходомером мощность от сети напряжением 220 В не более 4 ВА.

1.2.12 Расходомер допускает круглосуточный режим работы.

1.2.13 Расходомер выполняет вывод результата измерения в виде:

- импульсов объема нормированного веса с помощью пассивного импульсного выхода по каждому каналу непрерывно. Амплитуда сигнала составляет не более 10 В на нагрузке 10 кОм;

- токового сигнала 0 – 5 мА или 4 – 20 мА на нагрузке от 0 до 500 Ом.

1.2.14 Расходомер чувствителен к реверсивному потоку. При реверсивном потоке на табло перед показанием расхода появляется знак “ – “, причем величина объема при этом продолжает увеличиваться, несмотря на изменение направления движения жидкости.

1.2.15 Расходомер имеет режимы работы:

- установка нуля отдельно по каждому каналу;

- измерение по двум или одному каналу;

- программирование отдельно по каждому каналу.

1.2.16 Пределы допускаемой относительной погрешности электронного блока при измерении расхода, объема воды, времени распространения ультразвука и величины тока должен соответствовать таблице 3.

Таблица 3

Погрешность в режимах измерения, %					
расхода			объема	Времени распространения ультразвука	Времени Нарботки расходомера
по индикатору	по импульсному выходу	по токовому выходу			
±0,5	±0,5	±1,0	±0,6	±0,4	± 0,1*
* характеристика обеспечивается конструкцией и проверке не подлежит					

1.2.17 Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении объемного расхода и объема жидкости при врезке пьезоэлектрических преобразователей в диаметральной плоскости соответствуют таблице 4.

Таблица 4

Диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:			
		Расхода			Объема
		по индикатору	по импульсному выходу	по токовому выходу	
DN 15-40	I	(±1,0)	(±1,0)	(±1,5)	(±1,0)
	II	(±1,5)	(±1,5)	(±2,0)	(±1,5)
	III	(±2,0)	(±2,0)	(±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)
DN >200	I	±1,0	±1,0	±1,5	±1,0
	II	±1,5	±1,5	±2,0	±1,5
	III	±2,0	±2,0	±2,5	±2,0

Примечания

1 В скобках указаны значения погрешности при поверке расходомера по НД "Рекомендация. ГСИ. Расходомеры жидкости ультразвуковые двухканальные 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 $Q_{наиб}$, $Q_{перех}$, $Q_{наим}$:

$$I \quad Q_{наиб}/10 \leq Q \leq Q_{наиб}$$

$$II \quad Q_{перех} \leq Q < Q_{наиб}/10$$

$$III \quad Q_{наим} \leq Q < Q_{перех}$$

3 Значения объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{наим}$ и $Q_{перех}$ определяются из таблицы 1 для условного прохода от DN15 по DN200 мм. и по

формулам (1), (2), (3) для условного прохода свыше DN200 мм.

Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении объемного расхода, объема жидкости при врезке пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) по одной хорде для трубопроводов с условным проходом от DN80 до DN3000 мм соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

Диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:			
		Расхода			Объема
		по индикатору	по импульсному выходу	по токовому выходу	
DN ≥ 200	I	±1,0	±1,0	±1,5	±1,0
	II	±1,5	±1,5	±2,0	±1,5
	III	±1,75	±1,75	±2,0	±2,0

Примечания

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

$$I \quad Q_{наиб}/10 \leq Q \leq Q_{наиб}$$

$$II \quad Q_{перех} \leq Q < Q_{наиб}/10$$

$$III \quad Q_{наим} \leq Q < Q_{перех}$$

2 Значения объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{наим}$ и $Q_{перех}$ определяются по формулам (1), (2), (3)

Пределы допускаемой относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода, объема жидкости при врезке пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) по двум хордам для трубопроводов с условным проходом от DN80 до DN3000 мм соответствуют значениям, приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Диаметры УПР, мм	Диапазон изменения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:			
		Расхода			Объема
		по индикатору	по импульсному выходу	по токовому выходу	
DN≥200	I II III	±0,75 ±1,0 ±1,5	±0,75 ±1,0 ±1,5	±1,0 ±1,5 ±2,0	±1,0 ±1,5 ±2,0

Примечания

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

$$I \quad Q_{наиб} / 10 \leq Q \leq Q_{наиб}$$

$$II \quad Q_{перех} \leq Q < Q_{наиб} / 10$$

$$III \quad Q_{наим} \leq Q < Q_{перех}$$

2 Значения объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{наим}$ и $Q_{перех}$ определяются по формулам (1), (2), (3)

1.2.18 ЭБ устойчив к изменению напряжения питания сети, при этом погрешности при измерении расхода, объема, времени распространения ультразвука между ПЭП не превышают пределов, приведенных в п. 1.2.16, 1.2.17 настоящего РЭ.

1.2.19 ЭБ устойчив к воздействию синусоидальных вибраций частотой от 5 до 25 Гц и амплитудой смещения не более 0,1 мм, при этом погрешности при измерении расхода, объема, времени распространения ультразвука между ПЭП не превышают пределов, приведенных в п. 1.2.16, 1.2.17 настоящего РЭ.

1.2.20 Расходомер устойчив к воздействию переменного

магнитного поля с частотой 50 Гц напряженностью 400 А/м при этом погрешности при измерении расхода, объема не превышают пределов, приведенных в п. 1.2.17 настоящего РЭ.

1.2.21 По требованиям электромагнитной совместимости расходомеры удовлетворяют ГОСТ Р 51649-2000;

1.2.22 Уровень радиопомех, создаваемый расходомером, не превышает норм, предусмотренных в “Общесоюзных нормах допускаемых промышленных радиопомех” (Нормы 1-95...6-95, 7-96, 8-95, 9-93).

1.2.23 Расходомер в транспортной таре выдерживает воздействие нагрузок, действующих в направлении, обозначенном на таре манипуляционным знаком “Верх”:

- синусоидальной вибрации частотой от 10 до 500 Гц, амплитудой 0,35 мм;

- ударам со значением пикового ударного ускорения 98 м/с², длительностью ударного импульса 16 мс, число ударов 1000 ± 10.

1.2.24 Нарботка на отказ расходомера с учетом технического обслуживания, регламентируемой настоящим РЭ, составляет не менее 50000 часов.

1.2.25 Срок службы расходомера составляет не менее 10 лет.

1.2.26 Расходомер защищен от несанкционированного доступа в его работу защитным клеймом и от несанкционированного доступа к программируемым параметрам в виде ключевого 6-и разрядного слова (пароля).

1.2.27 Расходомер должен обеспечивать настройку на индивидуальную номинальную статическую характеристику (НСХ). Число диапазонов линейно-кусочной аппроксимации равно четырем.

1.2.28 Прибор имеет стандартный выход интерфейсного канала связи RS 232 или RS 485, Bluetooth для Модели 2

имеется порт Ethernet.

1.2.29 Вес импульса, поступающего с импульсного выхода ЭБ, в зависимости от шкалы расхода, имеет вычисляется по формуле:

$$B = S/(3600 \cdot F),$$

где: B – вес импульса, м³/имп;

S – верхняя шкала, м³/ч;

F – максимальная частота (2; 16,6; 100 ГЦ)
импульсного выхода

Объем жидкости, прошедшей через УПР, вычисляется по уравнению:

$$V = \int Q \cdot dt$$

где: V – объем жидкости, м³;

G - значение объемного расхода, м³/ч;

τ - интервал времени измерения объема, ч.

1.3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

1.3.1 В зависимости от исполнения в состав расходомера входят:

а) Для исполнения УРЖ2КМ-000/000 двухканального:

1) ЭБ – 1 шт.;

2) ПЭП – 4 шт.;

3) две пары кабеля высокочастотного;

4) комплект монтажных частей (кольцо, спецгайка, держатель, прокладка, крепежные изделия).

б) Для исполнения УРЖ2КМ-000 одноканального:

1) ЭБ – 1 шт.;

2) ПЭП – 2 шт.;

3) одна пара кабеля высокочастотного;

4) комплект монтажных частей.

в) Для исполнений УРЖ2КМ-015...200/015...200- двухканального:

1) ЭБ – 1 шт.;

2) УПР – 2 шт.;

3) Две пары кабеля высокочастотного.

г) Для исполнения УРЖ2КМ-050...200- одноканального:

1) ЭБ – 1 шт.;

2) УПР – 1 шт. (с двумя парами датчиков);

3) одна пара кабеля высокочастотного.

1.3.2 Состав ЭБ:

- плата аналоговая расходомера;

- плата микропроцессорная расходомера.

1.3.3 ЭБ выполнен в блочном исполнении по платно-модульному принципу. Размещен в литом пластмассовом брызгозащищенном корпусе. Корпус и крышка, а также кабельные вводы имеют резиновые уплотнения.

На верхней панели ЭБ расположены:

- функциональная клавиатура из 3 кнопок: СДВИГ ВПРАВО - “→”, “ВВОД” - “←”, ИНКРЕМЕНТ - “↑”;
- десятиразрядный индикатор десятичного представления программируемой и выходной информации;
- два позиционных индикатора – “НОРМА”, “ОТКАЗ”.

Кнопка “→” перемещает курсор (мигающую цифру) на одну позицию вправо и от конца строки к ее началу. При непрерывном нажатии на кнопку, курсор перемещается со скоростью 2 позиции за секунду.

Кнопка “↑” меняет значение цифры (0→1→2-...→9→0), указанной курсором.

Кнопка “ВВОД” фиксирует вновь введенные данные и вызывает следующий режим.

На передней стенке корпуса установлены два разъема: разъем для подключения четырех высокочастотных кабелей, соединяющих ПЭП с ЭБ, интерфейсный разъем, а так же герморазъем кабеля сетевого питания.

Элементы управления и контроля, размещение разъемов подключения расходомера приведены на рисунках 2 и 3. Номера и назначение выводов разъемов в соответствии с таблицами 7,8,9,10.

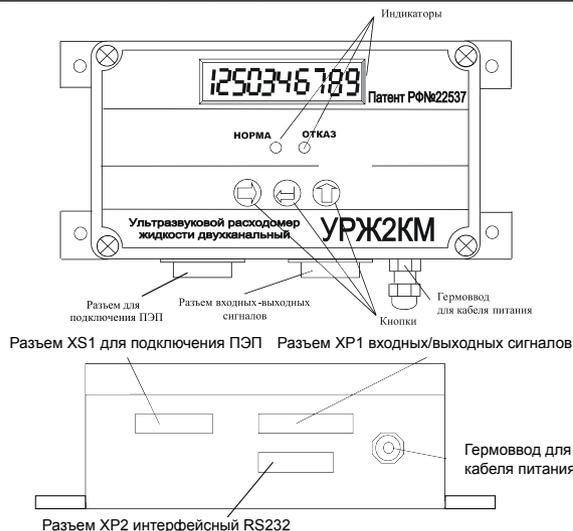


Рисунок 2. Расположение элементов управления, индикации и разъемов на корпусе расходомера УРЖ2КМ Модель 1
Таблица 7 Назначение выводов интерфейсного разъема типа DB9 расходомера Модель 1 и Модель 2

№ контакта разъема DB9	Назначение выводов
1	
2	RXD
3	TXD
4	+ 5 V
5	GND
6	
7	
8	
9	

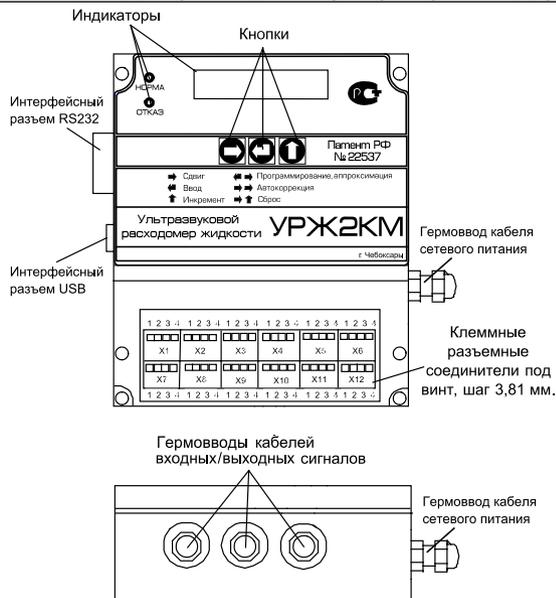


Рисунок 3 Расположение элементов управления, индикации и разъемов на корпусе расходомера УРЖ2КМ Модель 2

Таблица 8 Назначение выводов разъема XS1 типа DB9 для подключения ПЭП расходомера Модель 1

№ контакта разъема типа DB9 (вилка)	Назначение выводов
1	Центральная жила кабеля ПЭП3
2	Экран кабеля ПЭП3
3	Центральная жила кабеля ПЭП4
4	Экран кабеля ПЭП4

5	
6	Центральная жила кабеля ПЭП1
7	Экран кабеля ПЭП1
8	Центральная жила кабеля ПЭП2
9	Экран кабеля ПЭП2

Таблица 9 Назначение выводов разъема XP1 типа DB15 для подключения цепей входных/выходных сигналов расходомера Модель 1

№ контак-та разъема типа DB 15 (розетка)	Назначение выводов
1	+ (5 – 12) В - наружное питание выходного импульсного каскада
2	+5 В – приборное питание
3	Общий приборный
4	Общий интерфейсный
5	В - шина интерфейса RS485
6	I вых1 – токовый выход 1 канала
7	+ 12 В – питание токового выхода, поступает от расходомера
8	I вых2 – токовый выход 2 канала
9	F1 – импульсный выход 1 канала
10	F 2– импульсный выход 2 канала
11	
12	Общий интерфейсный
13	A - шина интерфейса RS485

14	Знак 1 канала
15	Знак 2 канала

Таблица 10 Назначение выводов клеммных соединений расходомера Модель 2

№ разъема	№ контакта разъема	Обозначение вывода	Назначение выводов
X1	1		Центральная жила кабеля ПЭП1
	2		Экран кабеля ПЭП1
	3		Центральная жила кабеля ПЭП2
	4		Экран кабеля ПЭП2
X2	1		Центральная жила кабеля ПЭП3
	2		Экран кабеля ПЭП3
	3		Центральная жила кабеля ПЭП4
	4		Экран кабеля ПЭП4
X3	1	F 2	Импульсный выход 2 канала
	2	GNDint	Общий интерфейсный
	3	SG2	Знак F2
	4	GNDint	Общий интерфейсный
X4	1	I 1	Токовый выход 1 канала
	2	U_1	+ 12 В - питание токового выхода, поступает от расходомера
	3	I 2	Токовый выход 2 канала
	4	U_1	+ 12 В - питание токового выхода, поступает от расходомера

X5	1		Резерв
	2		Резерв
	3		Резерв
	4		Резерв
X6	1		Резерв
	2		Резерв
	3		Резерв
	4		Резерв
X7	1		A - шина интерфейса RS485
	2	GNDint	Общий интерфейсный
	3		B - шина интерфейса RS485
	4	+ 5 Vint	Выход интерфейсного питания
X8	1	F1	Импульсный выход 1 канала
	2	GNDint	Общий интерфейсный
	3	SG1	Знак F1
	4	GNDint	Общий интерфейсный
X9	1	COMP1	Компаратор 1 канала
	2	GNDint	Общий интерфейсный
	3	COMP2	Компаратор 2 канала
	4	GNDint	Общий интерфейсный
X10	1	U_E	+ (5 – 12) В - наружное питание выходного импульсного каскада
	2	+5 V	приборное питание расходомера
	3	GNDint	Общий интерфейсный
	4	GND	Общий приборный расходомера

X11	1		Резерв
	2		Резерв
	3		Резерв
	4		Резерв
X12	1		Резерв
	2		Резерв
	3		Резерв
	4		Резерв

1.3.4 УПР исполнения ПП 14 (DN 15... 50 мм.) состоит из стальной трубы, в торцах которой установлены ПЭП. К трубе с двух сторон приварены два патрубка для подвода и отвода жидкости, имеют U – образную форму измерительного участка и изготовлены из нержавеющей стали.

УПР исполнения ПП 15 (DN 32...200 мм.) состоит из стальной трубы, к торцам которой приварены два фланца исполнения 1 по ГОСТ 12815-80, материал фланцев Ст.20. В средней зоне трубы напротив друг друга под углом 45° приварены два держателя, изготовленные из того же материала, что и труба. Держатели служат для крепления ПЭП, которые устанавливаются через паронитовые прокладки в держатели и крепятся спецгайками.

1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

1.4.1 Принцип действия расходомера поясняется на рисунке 3.

Пьезоэлектрические преобразователи ПЭП1 и ПЭП2, ПЭП3 и ПЭП4 (порядковый номер является условным и к конкретному ПЭП не привязан) работают попеременно в режиме приемник-излучатель. Скорость распространения ультразвукового сигнала в воде, заполняющей трубопровод, представляет собой сумму скоростей ультразвука в неподвижной воде и скорости потока воды V в проекции на рас-

сматриваемое направление распространения ультразвука. Время распространения ультразвукового импульса от ПЭП1 к ПЭП2 и от ПЭП2 к ПЭП1 зависит от скорости движения воды в соответствии с формулами (6) и (7):

$$t_1 = \frac{L_d - La}{C_0} + \frac{La}{C_0 + V \cdot \cos \alpha} \quad (6)$$

$$t_2 = \frac{L_d - La}{C_0} + \frac{La}{C_0 - V \cdot \cos \alpha} \quad (7)$$

где: t_1, t_2 - время распространения ультразвукового импульса по и против потока;

La - длина активной части акустического канала;
 L_d - расстояние между мембранами ПЭП;
 C_0 - скорость ультразвука в неподвижной воде;
 V - скорость движения воды в трубопроводе;
 α - угол в соответствии с рисунком 4.

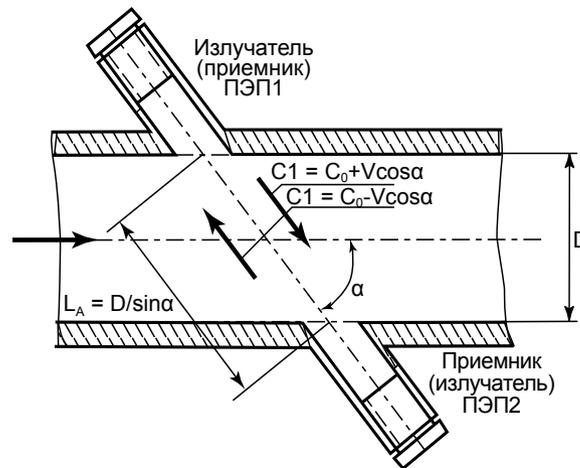


Рисунок 4. Принцип действия расходомера.

1.4.2 В расходомере используется метод прямого измерения времени распространения каждого индивидуального ультразвукового импульса от одного ПЭП к другому.

Из формул (6) и (7) получаем:

$$V = \frac{\Delta t \cdot C_0^2}{2La \cdot \cos \alpha} \quad (8)$$

$$\Delta t = t_1 - t_2, \quad (9)$$

где: Δt - разность времени распространения ультразвуковых импульсов по потоку и против потока.

Умножив среднюю скорость потока V (формула (8)), на сечение трубопровода D , получим значение расхода воды Q , протекающего на месте установки ПЭП:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot K}{4} \cdot \frac{\Delta t \cdot C_0^2}{2La \cdot \cos \alpha} \quad (10)$$

где: D – внутренний диаметр трубопровода на месте установки ПЭП;

$K_{кор}$ – коэффициент коррекции.

Коэффициент коррекции $K_{кор}$ является программируемым параметром, рассчитывается по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2” и вводится в режиме “10” для 1 Канала и в режиме “20” для 2 Канала.

1.4.3 Для исключения влияния изменения скорости ультразвука от температуры в расходомере учитывается фактическая скорость ультразвука, рассчитанная по формуле (11), которая является хорошим приближением формулы (12):

$$C_0^2 = \frac{L_d^2}{t_1 \cdot t_2} \quad (11)$$

$$C_0^2 = \frac{4 \cdot L_d^2}{(t_1 + t_2)^2} \quad (12)$$

1.4.4 Структурная схема расходомера приведена на рисунке 5.

Пьезоэлектрические преобразователи ПЭП, установленные на УПР, связаны с платой аналоговой расходомера. Плата аналоговая преобразует сигналы полученные с ПЭП в унитарный код, который поступает на плату процессора. Полученная информация с платы аналоговой преобразуется в визуальную платой процессора. По полученным сигналам с платы аналоговой так же рассчитываются расход, объем теплоносителя, время наработки. Расходомер выполняет вывод результата измерения в виде импульсов объема нормированного веса с помощью пассивного импульсного выхода по каждому каналу непрерывно. Рассчитанная процессором информация так же поступает на интерфейсный выход RS 232 или RS 485.

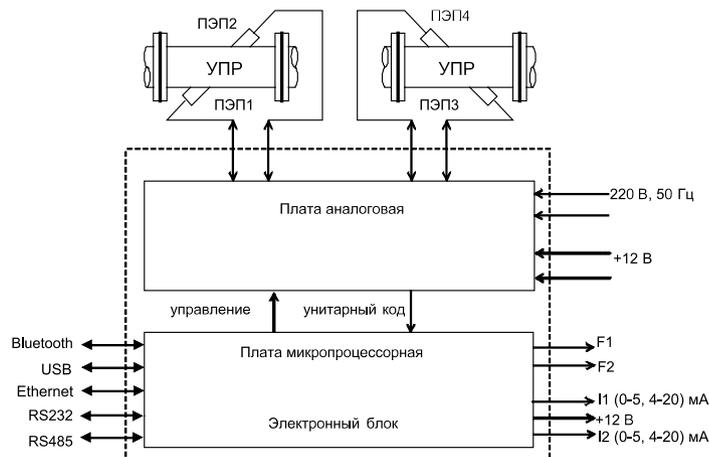


Рисунок 5. Структурная схема расходомера.

1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

1.5.1 Основные узлы и детали расходомера маркируются в соответствии с конструкторской документацией. На корпус ЭБ наносятся:

- тип расходомера;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- дата изготовления (месяц, год);
- изображение знака Утверждения типа средства измерения;
- надписи, поясняющие назначение органов управления и присоединения;
- надпись “Изготовлено в РФ”.

1.5.2 На УПР наносятся:

- заводской номер трубы;
- дата изготовления.

1.5.3 В расходомере пломбируются:

- корпус ЭБ - в чашке клеймом ОТК или Госповерителя.

1.6 УПАКОВКА

1.6.1 Расходомер исполнения УРЖ2КМ-000 упаковывается в картонный ящик согласно конструкторской документации.

1.6.2 Расходомер исполнения УРЖ2КМ-050...200 упаковывается в деревянный ящик согласно конструкторской документации.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

2.1.1 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1.1.1 Источниками опасности при изготовлении, испытании, монтаже и эксплуатации расходомеров являются электрический ток и измеряемая среда, находящаяся под давлением до 2,5 (1,6) МПа при температуре до 150 °С.

2.1.1.2 По способу защиты человека от поражения электрическим током расходомеры относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.1.1.3 На корпусе сетевой вилки предусматривается ламель, для присоединения заземляющего проводника при испытаниях, монтаже и эксплуатации.

Размещение расходомеров при монтаже должно обеспечить удобство заземления и периодическую их проверку.

2.1.1.4 При испытании расходомеров необходимо соблюдать общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80, а при эксплуатации - “Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей” и “Правила техники безопасности эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 В”.

2.1.1.5 Расходомеры должны обслуживаться персоналом, имеющим квалификационную группу по технике безопасности в соответствии с “Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”.

2.1.1.6 Устранение дефектов и замена узлов должны производиться при отключенном электрическом питании.

2.1.1.7 Замена ПЭП в трубопроводной магистрали, должна производиться при полном отсутствии внутреннего давления в магистрали.

2.1.2 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

2.1.2.1 Монтаж расходомеров производится в соответствии с инструкцией ТЕСС 421457.004 ИМ.

Подключение кабелей к разъемам вторичного преобразователя производится в соответствии с таблицами 7,8,9,10.

При выпуске расходомера шкала расхода, коэффициент коррекции $K_{кор}$ устанавливается в соответствии с картой заказа.

При отсутствии карты заказа шкала расхода (режим “12” для 1 Канала или “22” для 2 Канала) при выпуске расходомера устанавливается в зависимости от исполнения по таблице 1.

При отсутствии карты заказа коэффициент коррекции $K_{кор}$ устанавливается в соответствии с НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2”.

При поставке расходомера без УПР коэффициент коррекции $K_{кор}$ программируется равным “1” и его точное значение должно быть установлено потребителем при вводе в эксплуатацию.

2.1.2.2 Режим программирования.

Примечание - Во время программирования расходомера учет расхода, накопление объема и счет времени наработки не прекращаются.

2.1.2.2.1 При включении расходомер находится в режиме измерения расхода 1 Канала. Через 6 сек. расходомер переходит в режим измерения расхода 2 Канала. Для перехода в режим программирования 1 Канала выполните следующие действия:

- дождитесь, когда на крайнем левом поле табло включится цифра “1”;
- нажмите последовательно кнопки “→” и “ВВОД”;
- отпустите последовательно кнопки “ВВОД” и “→”. На

индикаторе установится режим “11” – режим индикации измеренной расходомером информации;

- нажмите кнопку “ВВОД”. При правильном выполнении этих действий на табло появится поле для ввода 6–ти разрядного ключевого слова (пароля). При правильном наборе кода пароля открывается возможность доступа к программируемым параметрам. По умолчанию значение пароля равно 000000;

- манипулируя кнопками “→” и “↑” ввести код 000000. Если пароль введен неверный, то значения программируемых параметров будут изменяться, но не будут фиксироваться в долговременной памяти.

- нажмите кнопку “ВВОД”;

- руководствуясь Приложением А последовательно введите необходимые параметры.

Для входа в подрежимы необходимо нажать кнопку “→”, затем, удерживая кнопку “→” в нажатом состоянии, нажать кнопку “ВВОД”;

После ввода коэффициента коррекции расходомер автоматически переходит в режим измерения объемного расхода.

Для программирования 2 Канала - дождитесь когда включится цифра “2” на крайнем левом знакоместе индикатора и выполните операции, аналогичные с 1 Каналом.

Примечание - Если в поле пароля набрать код 1111 и нажать кнопку “ВВОД”, то произойдет стирание накопленных значений расхода и времени наработки, поэтому указанный код является запрещенным для указания пароля.

2.1.2.2.2 Для удобства программирования составьте заранее таблицу величин, которые будете вводить в память расходомера. Руководствуйтесь при этом Приложением А.

2.1.2.2.3 Если требуется изменить только один или несколько параметров, то после окончания ввода их значений следует нажимать кнопку “ВВОД” до момента выхода в

рабочий режим. Только в этом случае все программируемые параметры запишутся в память расходомера.

2.1.2.2.4 При выпуске расходомера коэффициент коррекции $K_{кор}$ устанавливается по п. 2.1.2.1. В общем случае гидродинамический коэффициент $K_{гд}$, входящий в коэффициент коррекции $K_{кор}$, зависит от числа Рейнольдса и других характеристик трубопровода. Вводя его конкретное значение, характеризующее условия эксплуатации расходомера, можно минимизировать погрешность измерения.

Если на месте эксплуатации расходомера имеется возможность осуществить проверку проливным методом с заданной степенью точности, то этот коэффициент можно использовать в качестве корректирующего по результатам проливки.

2.1.2.2.5 В режиме “11” программирования осуществляется вывод измеренной расходомером информации, соответствующей 1 Каналу.

В этом режиме нажатием кнопки “↑” на табло последовательно выводятся 4 значения, означающие:

A_1 – точное время прохождения ультразвукового импульса по потоку;

A_2 – грубое время прохождения ультразвукового импульса по потоку;

A_3 – точное время прохождения ультразвукового импульса против потока;

A_4 – грубое время прохождения ультразвукового импульса против потока;

Величины A_1, A_2, A_3, A_4 измеряются в количестве периодов тактового генератора.

Время прохождения ультразвукового импульса по потоку (от ПЭП1 к ПЭП2 (T_{1-2})) и против потока (от ПЭП2 к ПЭП1 (T_{2-1})), мкс, рассчитывается по формулам:

$$T_{1-2} = 0,2A_2 + 3,0517A_1 \cdot 10^{-6} - 1,3 - 0,01L_k, \quad (13)$$

$$T_{2-1} = 0,2A_4 + 3,0517A_3 \cdot 10^{-6} - 1,3 - 0,01L_k, \quad (14)$$

где L_k – полусумма длин кабелей от ПЭП1 и ПЭП2 до ЭБ, м.

Полученные значения можно использовать для вычисления расстояния между ПЭП1 и ПЭП2 (если известна скорость ультразвука в среде по ее температуре).

2.1.2.2.6 При превышении величины расхода над значением шкалы, на крайнем левом знаке индикатора отображается буква “П”.

2.1.2.2.7 При вводе недопустимых значений параметров после завершения программирования включается мигающая цифра “3”. В этом случае следует внимательно проконтролировать ранее введенные значения и внести корректировку.

2.1.2.2.8 Аналогичные действия производятся для 2 Канала.

2.1.2.2.9 При корректировке номинальной статической характеристики (НСХ) расходомера следует пользоваться Приложением А. Удаления и изменения коэффициентов аппроксимации не происходит при изменении шкалы прибора.

Для входа в режим коррекции НСХ (аппроксимации) по 1 Каналу следует:

- войти в режим программирования;
- нажимая кнопку “ВВОД” войти в режим изменения ключевого слова (пароля) (после режима “10”);
- нажать кнопку “→”, затем, удерживая кнопку “→” в нажатом состоянии, нажать кнопку “ВВОД”, на табло должно высветиться число “30” – режим коррекции первой точки НСХ и значение расхода корректируемого расходомера в этой точке;
- манипулируя кнопками “→” и “↑” ввести значение расхода, измеренного в первой точке НСХ корректируе-

ного расходомера, полученного методом проливки по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И1. ТЕСС 015.00 И1”;

- нажать кнопку “ВВОД”, должно высветиться число “31”;

- ввести значение расхода, измеренного в первой точке НСХ образцового расходомера.

- последовательно ввести значения расхода остальных трех точек НСХ, причем значение расхода каждой последующей точки должно быть больше значения расхода в предыдущей точке.

2.1.2.2.10 Для корректировки НСХ 2 Канала следует войти в режим программирования 2 Канала и далее произвести действия, аналогичные коррекции НСХ 1 Канала, при этом следует пользоваться Приложением А.

2.1.2.2.11 Расходомер необходимо запрограммировать лишь при первом включении. Возможно программирование расходомера вне места его эксплуатации.

2.1.2.2.12 После перерыва в подаче электроэнергии перепрограммирование производить не нужно.

Примечание - Формула для расчета аппроксимирующей характеристики имеет вид:

$$Y = kX + b$$

Константа b не должна превышать $\pm 10 \text{ м}^3/\text{ч}$ для начального участка, а коэффициент k не должен выходить за пределы 0,5 – 1,5 для всех участков аппроксимации.

2.1.3 Режим автокоррекции.

2.1.3.1 Кнопка “→” выполняет функцию включения режима автокоррекции. Этот режим предназначен для автоматической установки значений байтов смещения расходомера при нулевом значении расхода.

Однократное нажатие на эту кнопку включает на световом табло в крайней левой позиции цифру “0”. Повторное нажатие на кнопку “→” включает режим автокоррекции, сигнализируя об этом цифрой “1” в крайнем левом знакоместе светового табло.

2.1.3.2 Измерительные тракты прохождения ультразвукового импульса от одного ПЭП к другому в зависимости от режима приема или передачи могут обладать асимметрией. Режим автокоррекции позволяет ввести автоматическую коррекцию этой асимметрии. При этом компенсируются действия большинства влияющих на асимметрию параметров. Результаты автокоррекции при выпуске расходомера заносятся в РЭ. Поэтому имеется возможность ручного ввода цифрового значения компенсирующей величины, что может понадобиться при неудачной попытке проведения компенсации, например при ненулевом значении скорости потока или других случайно возникших неполадках (помехах) имевших фатальный характер и при невозможности провести после этого правильную процедуру нулевой компенсации. Считывание и запись значений результатов автокоррекции производится в режиме “17”.

ВНИМАНИЕ. При включении режима автокоррекции надо быть уверенным в нулевом расходе через трубопровод. В противном случае за нулевой уровень будет принято текущее значение расхода. Если этот режим был ошибочно использован, то восстановить прежнее значение корректирующих коэффициентов можно в режиме ручного программирования (режим “17”). В этом случае необходимо вводить значения байтов смещения нуля, указанные в РЭ расходомера. Если режим автокоррекции был включен по ошибке, необходимо немедленно обесточить расходомер, чтобы предотвратить коррекцию нулевых значений в энергонезависимой памяти.

2.1.3.3 Для имитации расхода возможно введение Δt (разность времени распространения ультразвука от ПЭП1 к ПЭП2 и от ПЭП2 к ПЭП1) в режиме "17". Для этого значение Δt суммируется с временем смещения нуля и результат вводится в расходомер, при этом ЭБ расходомера должен быть подключен к кювете с ПЭП или к УПР, заполненным водой.

Время смещения нуля $t_{см.0}$, мкс, для 1 Канала рассчитывается по формуле:

$$t_{см.0}(t)=0,2A2+0,2A1/256+0,2A0/65536, \quad (15)$$

где: A2 - значение байта 2 в соответствии с его номером в режиме "17";

A1 - значение байта 2 в соответствии с его номером в режиме "17";

A0 - значение байта 2 в соответствии с его номером в режиме "17".

Для 2 Канала расчет аналогичен.

2.2 ПОРЯДОК РАБОТЫ

2.2.1 После выполнения монтажных работ и подключения разъемов, расходомер готов к эксплуатации.

2.2.2 Убедитесь в правильности выполнения монтажа кабелей к разъемам и контактам расходомера.

2.2.3 Подайте напряжение питания 220 В, 50 Гц.

2.2.4 Не более чем через 30 секунд после включения питания прибор должен перейти в режим измерения. Режим готовности расходомера к измерению сигнализируется свечением зеленого светодиода "НОРМА".

2.2.5 Свечение красного светодиода сигнализирует об отсутствии сигнала от ПЭП. Такое состояние может быть вызвано обрывом или коротким замыканием в коаксиальных кабелях или отсутствием акустического контакта

между ПЭП.

На наличие помех по питанию или по входным кабелям РК-50 указывает символ "_", появляющийся слева на свободном знакоместе табло, при этом на табло выводится предыдущее значение расхода.

2.2.6 Во всех случаях ненормальной работы расходомера попытайтесь восстановить его работоспособность путем обесточивания расходомера. В общем же случае перезапуск расходомера осуществляется одновременным нажатием кнопок "→" и "↑".

2.2.7 Контроль расхода воды по индикатору.

Значение измеряемого расхода контролируется по индикатору, расположенному на лицевой панели расходомера. Формат представления числа, характеризующего расход, $m^3/ч$, имеет вид:

 Y Y X X X X X

где Y – любое число от 0 до 9;

X - любое число от 0 до 9 или десятичная точка.

В зависимости от показателя степени, введенного в режим программирования шкалы измерения расхода, вес младшей единицы числа, характеризующего расход жидкости, будет меняться в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Показатель степени шкалы	Формат числа на индикаторе	Вес младшей единицы, $m^3/ч$.
5	X X X X X .	1
4	X X X X . X	0,1
3	X X X . X X	0,01
2	X X . X X X	0,001
1	X . X X X X	0,0001

Примечания

1 Показатели степени шкалы 0, 6, 7, 8, 9 являются запрещенными. О том, что эти значения ошибочно введены, прибор сигнализирует мигающей цифрой “3” на индикаторе расхода;

2 При превышении величины расхода над значением шкалы, на крайнем левом знакоместе индикатора дополнительно отображается буква “П”.

2.2.8 Контроль объема воды и времени наработки расходомера в режиме измерения.

2.2.8.1 Измеренный прибором объем воды, м³, прошедшей через первый трубопровод (1 Канал), выводится на индикатор расходомера при нажатии кнопки “↑” при включенной цифре “1” знакоместо «КАНАЛ». Время, ч, выводится на индикатор расходомера при повторном нажатии кнопки “↑”. Прибор возвращается в режим измерения расхода автоматически при переключении с канала на канал.

Объем теплоносителя и время наработки по второму трубопроводу (2 Канал) производится при включенной цифре “2” знакоместо “КАНАЛ” и нажатии на кнопку “↑”.

2.2.8.2 Последовательность выводимых на индикатор параметров и их формат:

– X X X X X X X X - объем воды,

– X X X X X . X – время.

Примечания

1 При первом нажатии на кнопку “↑” на индикатор выводится информация об объеме жидкости по соответствующему каналу.

2 При повторном нажатии на кнопку “↑” на индикатор выводится информация о времени наработки расходомера по соответствующему каналу.

2.2.8.3 В зависимости от показателя степени, введенной в режиме программирования шкалы измерения расхода жидкости, вес младшей единицы числа, характеризующего объем жидкости, будет меняться в соответствии с таблицей

12.

Таблица 12

Показатель степени шкалы измерения	Формат числа на индикаторе	Вес младшей единицы, м ³ .
5	X X X X X	10
4	X X X X X .	1
3	X X X X . X	0,1
2	X X X . X X	0,01
1	X X . X X X	0,001

2.2.8.4 Обнуление накопленных значений объема и времени наработки 1 Канала производится следующим образом:

- войти в режим программирования 1 Канала согласно п. 2.1.2.2.1;
- манипулируя кнопками “→” и “↑” набрать на поле пароля код 111111;
- нажать кнопку “ВВОД”. После обнуления значений прибор входит в режим измерения.

Обнуление накопленных значений 2 Канала производится аналогично обнулению значений 1 Канала.

2.2.8.5 Считывание данных из архива расходомера УРЖ2КМ

2.2.8.5.1 Подключение к ПК и настройка местного модема.

Установление связи между расходомером и персональным компьютером (ПК) осуществляется с помощью интерфейсов RS 232, RS 485, USB, Ethernet.

Для обмена по интерфейсному каналу RS 232 требуется соединить прибор и компьютер стандартным нуль-

модемным кабелем. Распайка разъемов кабеля приведена в Приложении В.

Для установления связи необходимо загрузить программу обмена Modbus Universal, поставляемую предприятием-изготовителем, или содержащуюся на сайте предприятия-изготовителя. После загрузки на экран монитора выводится окно параметров.

Передача информации может осуществляться так же по гальванически изолированному интерфейсному выходу RS 485. Для питания интерфейсного канала RS 485 не требуется внешний источник постоянного напряжения.

- после открытия программы набрать сетевой адрес расходомера в строке «Сетевой адрес». По умолчанию каждому прибору при выпуске из производства присваивается сетевой адрес «001»;

- нажать кнопку «СОЕДИНЕНИЕ». После удачного соединения программа запрашивает информацию о приборе. После установления соединения расходомера с ПК, кнопки «Архив», «Параметры УРЖ2КМ» и «Запрос» становятся доступными.

Окно «Архив».

Временные поля, «Начиная с» и «Заканчивая по», указывают диапазон времени и дату, за который будет считано содержимое архива. Здесь также можно указать название файла, в котором будет находиться считанный архив. К названию файла добавляется « Flow.txt». По умолчанию архив пишется в файл «arc_Flow.txt».

Данные в часовой архив записываются через каждый час, всего 1024 часа. Данные в суточный архив записываются через каждые сутки, всего 280 суток.

Окно «Параметры УРЖ2КМ» служит для установки в расходомере другого значения сетевого адреса, установке текущего времени, а также скорости обмена расходомера с

внешним устройством.

Кнопка «Запрос» служит для получения от расходомера: мгновенных объемных расходов по двум каналам (F1, F2), накопленных объемов (V1, V2), времени наработки (T1, T2), состояние «НОРМА/ОТКАЗ» (o1, o2), текущего времени.

По заказу может поставляться накопительный пульт для съема архивных данных с расходомеров

Архивные данные в ПК представлены в формате Excel. После загрузки архива теплосчетчика в память компьютера программа автоматически открывает MS Excel и начинает формировать архив. Для формирования архива используются шаблоны (расширение *.xls), которые могут редактироваться пользователем самостоятельно с помощью MS Excel, создавая, таким образом, формы отчетов под свои требования. Программа использует четыре вида шаблонов – два для теплосчетчика СТУ-1 и два для расходомера УРЖ2КМ. Названия файлов указываются в окне «Настройка» программы Modbus Universal. Причем для суточного архива можно создать свой шаблон, а для часового - свой, соответственно указав названия файлов в графах «Обобщенный шаблон» и «Детальный шаблон». Файлы шаблонов хранятся в папке с установленной программой Modbus Universal.

Содержимое шаблонов можно менять на свое усмотрение: форматировать, добавлять шапки в начале или в конце таблицы, менять форму заголовков таблицы, удалять, менять местами, добавлять столбцы, менять параметры листов, удалять листы, вставлять формулы и т.д., т.е. делать все то, что позволяет Excel.

При отсутствии Excel, архив загружается в виде текстового файла (расширение .txt), расположенного в том же месте, где установлена программа.

Обмен информацией осуществляется по протоколу ModBus. Описание протокола размещено на сайте предприятия-изготовителя.

2.2.8.5.2 Подключение удаленного модема.

Примечание - Удаленным модемом считается модем, подключенный к УРЖ2КМ. Местным модемом считается тот, который подключен к ПК. Местным считается модем, подключенный к расходомеру.

Для обмена по модемному каналу требуется соединить расходомер с удаленным модемом стандартным прямым кабелем. Кабель можно распаять самостоятельно, руководствуясь Приложением В.

Для получения архива по телефонной линии, необходимо сначала запрограммировать модем (или GSM-модем), используя любую терминальную программу. Возможно программирование модема с помощью программы Modbus Universal, размещенную на сайте предприятия-изготовителя, или высылаемую по запросу. Для этого необходимо:

- подключить модем к какому-либо порту компьютера и включить модем;
- запустить программу Modbus Universal;
- выбрать COM-порт, к которому подключен модем;
- выбрать тип связи «Модем»;
- установить приемлемую скорость обмена (по умолчанию 9600 б/с);
- в строке инициализации указать последовательность команд инициализации местного модема, например для модемов ACCORP будет команда AT&F&D0&K3S0=8&Y0&W0, а для GSM-модемов Siemens AT&F&D0S0=1&W (для некоторых типов модемов строка инициализации может значительно отличаться от приведенной выше). Для местного модема (который используется в паре с ПЭВМ) можно использовать такую строку инициализации: ATE0G0V0;
- в строке «номер телефона» указывается непосредственно набираемый номер, а также способ набора (тональный или импульсный) и, если надо, код выхода на городскую

линию. Например, строка «P0w341861» указывает модему, что режим набора импульсный и выход на городскую линию осуществляется через 0;

2.2.8.5.3 Подключение местного модема к компьютеру и его настройка производится стандартными средствами Windows Hyper Terminal или любой другой терминальной программой.

2.2.8.5.4 Установления связи:

Для установления связи необходимо:

- нажать кнопку «СОЕДИНЕНИЕ». После удачного соединения программа запрашивает информацию о приборе и ПО, иначе в окне выводится сообщение о причине отказа. После установления соединения прибора с ПЭВМ, кнопки «Архив», «Запрос» становятся доступными;
- нажать кнопку «Архив»;
- заполнить поля «Начиная с» и «Заканчивая по». Здесь указывается время начала считывания архива и время завершения считывания содержимого архива. Здесь также можно указать название файла, в котором будет сохранен на ПК считанный архив.

Примечание - Рекомендуется сначала операции обмена с УРЖ2КМ провести в лабораторных условиях

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Техническое обслуживание при хранении.

Техническое обслуживание при хранении включает в себя учет времени хранения и соблюдение правил хранения.

3.2 Техническое обслуживание при эксплуатации.

Во время эксплуатации расходомеров с целью обеспечения их нормального функционирования периодически проводятся регламентные работы.

Содержание регламентных работ и их периодичность приведены в таблице 13.

3.3 Перечень возможных неисправностей и методы их устранения приведены в таблице 14.

Таблица 13

Содержание производимых работ	Периодичность	Продолжительность выполнения работ
1 В исполнении УРЖ2КМ 015...200/015...200 проверка состояния наружного заземления УПР и ЭБ осуществляется путем осмотра места заземления. Заземляющие винты должны быть затянуты, место присоединения заземляющего провода должно быть тщательно защищено. В случае необходимости для предохранения от коррозии заземляющие винты и место очищены и смазаны консистентной смазкой.	Раз в год	30 мин
2 Проверка герметичности соединения фланцев. В случае необходимости крепежные болты затянуть	Раз в год	30 мин

Таблица 14

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
При включении ЭБ в сеть отсутствует свечение светодиодов и цифрового дисплея.	Отсутствует напряжение. Неисправен сетевой шнур. Сгорел предохранитель вторичного преобразователя.	Проверьте наличие напряжения питания на зажимах проводов питания. Устранить неисправность. Проверьте и при необходимости замените предохранитель из состава ЗИП одиночного комплекта.
Расходомер не входит в режим измерения, горит красный светодиод.	Нет контакта токоведущей жилы кабеля с ПЭП. Короткое замыкание токоведущей жилы кабеля с оплеткой. Нет воды в трубопроводе.	Проверьте надежность контактных соединений с ПЭП. Проверьте наличие воды в трубопроводе.

Внимание! Если в условиях эксплуатации уровень помех превышает значение, соответствующее изделиям по степени жесткости 2, в соответствии с ГОСТ29254-91, качество функционирования расходомера не гарантируется.

4 ПОВЕРКА (КАЛИБРОВКА) РАСХОДОМЕРА.

4.1 Расходомеры, применяемые в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, в соответствии с рекомендациями МИ 2273-93 подлежат первичной и периодической поверкам органами Государственной метрологической службы согласно указаниям ПР.50.2.006-94. Расходомеры, поверенные имитационным способом, проходят поверку по первому и второму этапам. Первый этап поверки проходят электронные блоки (ЭБ) расходомеров в комплекте с кюветой УТ 12, второй этап - электронные блоки в комплекте с УПР:

Расходомеры исполнения Р поверяются по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2”;

Расходомеры исполнения R поверяются по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И1. ТЕСС 015.00 И1”.

Расходомеры исполнения N подлежат калибровке согласно заказа и предназначены для технологических целей.

4.2 Все исполнения, кроме УРЖ2КМ-000-...-P-...(имитационный способ поверки), проходят поверку на предприятии-изготовителе по первому и второму этапам.

Расходомеры исполнения УРЖ2КМ-000-...-P-... проходят поверку по первому этапу на предприятии-изготовителе, поверяется только ЭБ. Поверку приборов по второму этапу проводит потребитель при установке их на месте эксплуатации.

4.3 Расходомеры исполнения R (проливной способ) проходят поверку на предприятии-изготовителе по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И1. ТЕСС 015.00 И1”.

4.4 Расходомеры исполнения N кроме УРЖ2КМ-000-...-N

-... проходят поверку в два этапа по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2”.

Расходомеры исполнения УРЖ2КМ-000-...-N -... проходят калибровку по первому этапу на заводе-изготовителе, поверяется только ЭБ. Калибровку расходомеров по второму этапу проводит потребитель при установке их на месте эксплуатации.

4.5 С целью исключения дополнительной поверки при вводе в эксплуатацию расходомера, поверенного при выпуске, необходимо в карте заказа указывать всю требуемую информацию.

4.6 При необходимости корректировки параметров при установке на месте эксплуатации расходомера с УПР, потребитель может заказывать расходомеры исполнения N и затем проводить поверку в зависимости от необходимой точности, либо по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И1. ТЕСС 015.00 И1”, либо по НД “Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2”.

4.7 Установленный интервал периодической поверки - четыре года.

4.8 Результаты поверки заносятся в свидетельство о поверке, приведенное в паспорте, заверяются подписью и клеймом Госповерителя. ЭБ расходомера также пломбируется Госповерителем.

4.9 При использовании автоматизированного программного средства поверки TestBox, размещенного на сайте производителя, необходимые расчеты и распечатка результатов поверки производятся с помощью персональной ЭВМ.

5 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

5.1 Ящики с расходомерами, прибывшие на склад потребителя, должны быть очищены снаружи от пыли и грязи. Чтобы избежать действия на расходомер резких изменений температуры (например, в зимнее время), все прибывшие ящики следует выдерживать в помещении не менее 24 ч.

5.2 Ящики, подлежащие вскрытию, осматриваются комиссией, назначаемой начальником склада, которая удостоверяется в целостности ящиков. Ящики вскрываются, и проверяется состояние и комплектность расходомера.

5.3 Изделия, входящие в состав данного расходомера, должны размещаться на складе комплектно.

5.4 Товаросопроводительная и техническая документация должна храниться вместе с расходомером.

5.5 Расходомеры должны храниться в капитальных помещениях в условиях 2 по ГОСТ 15150-69 в течение не более 1 года без переконсервации.

При этом расходомер должен находиться в транспортной таре.

Приборы, извлеченные из транспортной тары, должны храниться на стеллажах в отапливаемых помещениях в условиях 1 по ГОСТ 15150-69 в течение не более 1 года без переконсервации.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Расходомеры в упаковке предприятия-изготовителя могут транспортироваться любым видом транспорта на любые расстояния при воздействии климатических факторов внешней среды, соответствующих группе условий 5 по ГОСТ 15150-69, при этом транспортирование на самолетах допускается только в отапливаемых герметизированных отсеках.

7 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплектность поставки приводится в таблице 15.

Таблица 15

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Количество, шт.
ТЕСС 421457.015	Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ, в том числе:	1
ИЯКН.433.645.003 ТУ	Пьезоэлектрический датчик ПЭП 3 (ООО "Энергоремонт", г. Самара)	4*
	Арматура для крепления пьезоэлектрического датчика	4**
ТЕСС 421457.015 РЭ	Руководство по эксплуатации	1
ТЕСС 421457.004 ИМ	Инструкция по монтажу на месте установки	1
ТЕСС 015.00 И1	Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И1. ТЕСС 015.00 И1	1
ТЕСС 015.00 И2	Рекомендация. ГСИ. Расходомер жидкости ультразвуковой двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС 015.00 И2	1
* - поставка осуществляется для расходомера УЖ2КМ-000/000.		
** - комплектуется держателем, спецгайкой, паронитовой прокладкой .		

8 УТИЛИЗАЦИЯ

Расходомер не содержит вредных веществ и компонентов, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды в процессе и после окончания срока службы и при утилизации.

9 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых расходомеров всем требованиям Технических условий ТЕСС 421457.015 ТУ. при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, технического обслуживания, хранения и транспортирования, установленных эксплуатационной документацией.

Гарантийный срок хранения - 24 месяца с момента изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации - 24 месяца с момента ввода в эксплуатацию.

10 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

При отказе в работе или неисправности расходомеров в период действия гарантийного срока потребителем должен быть составлен акт о необходимости ремонта и отправке их изготовителю.

Приложение А (обязательное)

ТАБЛИЦА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСХОДОМЕРА

№ режима и подрежима		Контролируемая или программируемая величина		Информация о выборе контролируемой или программируемой величины	Формат данных отображения программируемой величины
1 Канал	2 Канал				
11	1	21	1	Контролируемая величина. Длительность распространения УЗИ от ПЭП1 к ПЭП2 (“по потоку”) и от ПЭП2 к ПЭП1 (“против потока”), отображенная в виде суммы периодов тактового генератора	11 .XXXXXX N для 1 Кан. 21 .XXXXXX N для 2 Кан. XXXXXX - величина; N - номер подрежима
	2		2		
	3		3		
	4		4		
		<p>1. Ключевое слово (пароль) вводится для доступа к программируемым величинам. При неверно введенном пароле величины меняются, но в долговременной памяти не фиксируются.</p> <p>2. Для обнуления накопленных значений объема и времени наработки в поле пароля вводится число 111111 для 1 и 2 Каналов <u>раздельно</u>.</p>			XXXXXXX

12	22	1.Шкала расходомера, м ³ /ч. Показатель степени шкалы оказывает влияние на положение десятичной точки при индикации объема и расхода 2.Вход в подрежим корректировки текущего времени	Выбирается в соответствии с диаметром трубопровода, скоростью потока жидкости и с учетом реального эксплуатационного расхода. Отсутствует в исполнении без архива	12 .XXXX Y для 1 Кан. 22 .XXXX Y для 2 Кан. Число с множителем 10 в степени Y 0.XXXX*10 ^Y XX.XX.XX. Дата YY-YY-YY Время
----	----	--	--	---

13	XX	23	XX	Диаметр трубопровода, м	Необходимо вводить точное значение диаметра трубопровода.	13 .XXXX Y для 1 Кан. 23 .XXXX Y для 2 Кан. Число с множителем 10 в степени Y. 0.XXXX*10 ^Y
	01		01	Включение/выключение аппроксимации	Отсутствует в исполнении без архива 1 – включена 0 – выключена	01 0/1
	02		02	Установка начала времени отчета архивов	Отсутствует в исполнении без архива.	02 XX-YY. XX - отчетный час для суточного архива YY - отчетный день для месячного архива
	03		03	Тип протокола ModBus	Отсутствует в исполнении без архива. 2 - тип RTU 3 - тип ASCII	03 2/3
	04		04	Скорость обмена последовательного порта, КБод	Отсутствует в исполнении без архива. Выбирается из фиксированного ряда: 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 14,4; 19,2	04 XXX Выводятся десятичные числа ряда заданий
	05		05	Сетевой адрес	Отсутствует в исполнении без архива.	05 XXX

14	24	<p>1. Расстояние между излучающими торцами ультразвуковых преобразователей, м</p> <p>2. Вывод на принтер</p> <p>Количество выводимых ячеек</p>	<p>Вводится из паспорта на УПР или измеряется в процессе монтажа ПЭП линейным метрическим инструментом. Возможно измерение электронным способом по времени распространения ультразвукового импульса</p> <p>Отсутствует в исполнении без архива.</p>	<p>14 .XXXX Y для 1 Кан. 24 .XXXX Y для 2 Кан. Число с множителем 10 в степени Y. 0.XXXX*10^Y</p> <p>0 XX.XX.XX 0 – часовой архив XX.XX.XX Дата начала отсчета. За час отсчета принимается текущий час 1 XX.XX.XX 1 – суточный архив XX.XX.XX Дата начала отсчета 2 XX.XX.XX 2 - месячный архив XX.XX.XX Дата начала отсчета</p> <p>часовой - 1024 часа (ячеек); суточный - 280 суток (ячеек); месячный - 24 месяца (ячеек)</p>
----	----	--	---	---

15	25	Уровень отсечки при малых расходах. Показывает уровень в % от шкалы, при котором обнуляется импульсный выход и индикатор.	Устанавливаются любые фиксированные значения из ряда 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,5; 3; 6; 13; 26.	Выводятся десятичные числа ряда заданий
16	26	Постоянная времени усреднения измерения. Единица измерения – сек.	Устанавливаются любые фиксированные значения из ряда: 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,15; 0,3; 0,6; 1,3; 2,6; 510; 20; 40; 80	Выводятся десятичные числа ряда заданий
17	27	Выводятся значения, корректирующие нулевые сдвиги измерительных элементов. В общем случае устанавливаются автоматически при соответствующем режиме работы расходомера. Возможна ручная корректировка.	Ручной корректировкой можно восстановить потерянные по непредвиденным обстоятельствам (или по ошибке) значения нулевых сдвигов.	17 XXXX N для 1 Кан. 27 XXXX N для 2 Кан. XXXX - значение байта. N–номер байта (с 0 по 2)
18	28	1. Режим установки диапазона изменения частоты импульсных выходов. 2. Режим контроля импульсных выходных сигналов.		18 X XX для 1 Кан. 28 X XX для 2 Кан. X – одно из значений: “100.0”;”016,6”;”002.0”
19	29	Длина кабеля, соединяющего ПЭП с электронным блоком, м	Вводится длина, равная сумме длин обоих кабелей (или одного кабеля, если оба кабеля равной длины).	19 XXXX Y для 1 Кан. 29 XXXX Y для 2 Кан. Число с множителем 10 в степени Y. 0.XXXX*10 ^Y

10	20	Коэффициент коррекции	Зависит от параметров и состояния трубопровода, величины расхода, вязкости и температуры жидкости, числа Рейнольдса, гидродинамического коэффициента и др.	10 XXXX Y для 1 Кан. 20 XXXX Y для 2 Кан. Отображается в десятичных долях единиц с множителем 10 в степени Y
		Ключевое слово (пароль),	Устанавливается для защиты от несанкционированного доступа к программируемым параметрам	XXXXXX
30		Величина расхода в первой точке НСХ корректируемого расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	30 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
31		Величина расхода в первой точке НСХ образцового расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	31 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
32		Величина расхода во второй точке НСХ корректируемого расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	32 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
33		Величина расхода во второй точке НСХ образцового расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	33 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
34		Величина расхода в третьей точке НСХ корректируемого расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	34 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y

35		Величина расхода в третьей точке НСХ образцового расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	35 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
36		Величина расхода в четвертой точке НСХ корректируемого расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	36 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
37		Величина расхода в четвертой точке НСХ образцового расходомера 1 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	37 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
	40	Величина расхода в первой точке НСХ корректируемого расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	40 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
	41	Величина расхода в первой точке НСХ образцового расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	41 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
	42	Величина расхода во второй точке НСХ корректируемого расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	42 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
	43	Величина расхода во второй точке НСХ образцового расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	43 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
	44	Величина расхода в третьей точке НСХ корректируемого расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	44 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
	45	Величина расхода в третьей точке НСХ образцового расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	45 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y

46	Величина расхода в четвертой точке НСХ корректируемого расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	46 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y
47	Величина расхода в четвертой точке НСХ образцового расходомера 2 канала	В исходном состоянии введено значение шкалы	47 XXXX Y в формате 0.XXXX*10 ^Y

Примечания

1 Для входа в режим программирования и подрежимы необходимо нажать кнопку “→”, затем, удерживая кнопку “→” в нажатом состоянии, нажать кнопку “ВВОД”;

2 При программировании значения параметров вводятся с округлением до последнего вводимого знака в соответствии со следующими правилами:

- если первая из отбрасываемых цифр больше или равна 5, то последняя из сохраняемых цифр увеличивается на единицу;

- если первая из отбрасываемых цифр меньше 5, то последняя из сохраняемых цифр не меняется.

3 Для загрузки измененного параметра в память прибора, необходимо выйти из режима «Программирование», нажав кнопку «↑» до появления на ЖКИ величины расхода

Приложение Б (справочное)

НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ СРЕДСТВ И КОМПЛЕКТОВ, ПОСТАВЛЯЕМЫХ ПО ОТДЕЛЬНОМУ ЗАКАЗУ

1. Автоматизированное программное средство поверки TestBox, предназначено для проведения расчетов при приемке и поверке расходомера, распечатки протоколов приемки и поверки с помощью ПЭВМ типа IBM PC.
 2. Комплекты ЗИП ремонтных предназначены для гарантийного и послегарантийного ремонта методом замены узлов.
Плата аналоговая расходомера (ТЕСС.00.000.026) - 1 шт.
Плата микропроцессорная расходомера (ТЕСС.00.000.027) - 1 шт.
 3. Комплекты оснастки предназначены для монтажа, доработки держателей, обеспечения замера параметров измерительного участка (рассчитаны на DN 250...3000 мм).
 - 3.1 Комплект ПР001 предназначен для сварки держателей с трубой.
 - 3.2 Комплект ПР002 предназначен для доводки приваренных держателей.
 - 3.5 Комплект ПР005 используется при измерении наклона оси акустического канала.
-

Приложение В

(обязательное)

Подключение расходомера к принтеру, модему, ПК по интерфейсу RS-232

Схема кабеля для подключения расходомера УРЖ2КМ к принтеру EPSON LX 300+

XS2 (DB9) УРЖ2КМ	Название цепи		DB25 принтер	Название цепи
2	RXD in	—	2	TXD out
3	TXD out	—	3	RXD in
5	SG	—	7	SG

Схема кабеля для подключения расходомера УРЖ2КМ к модему ACORP 56000, ILINE 56000/33600 и др.

XS2 (DB9) УРЖ2КМ	Название цепи		DB25 модем	Название цепи
2	RXD in	—	3	TXD out
3	TXD out	—	2	RXD in
5	SG	—	7	SG
			4	
			5	
			6	
			20	

Схема кабеля для подключения расходомера УРЖ2КМ к GSM-модему.

XS2 (DB9) УРЖ2КМ	Название цепи		DB9 модем	Название цепи
2	RXD in	—	2	RXD in
3	TXD out	—	3	TXD out
5	SG	—	5	SG

Схема кабеля для подключения расходомера УРЖ2КМ к ПК

XS2 (DB9) УРЖ2КМ	Название цепи		DB9 ПК	Название цепи
2	RXD in	—	3	TXD out
3	TXD out	—	2	RXD in
5	SG	—	5	SG

Приложение Г

(справочное)

СХЕМА ВЫХОДНЫХ КАСКАДОВ РАСХОДОМЕРА УРЖ2КМ

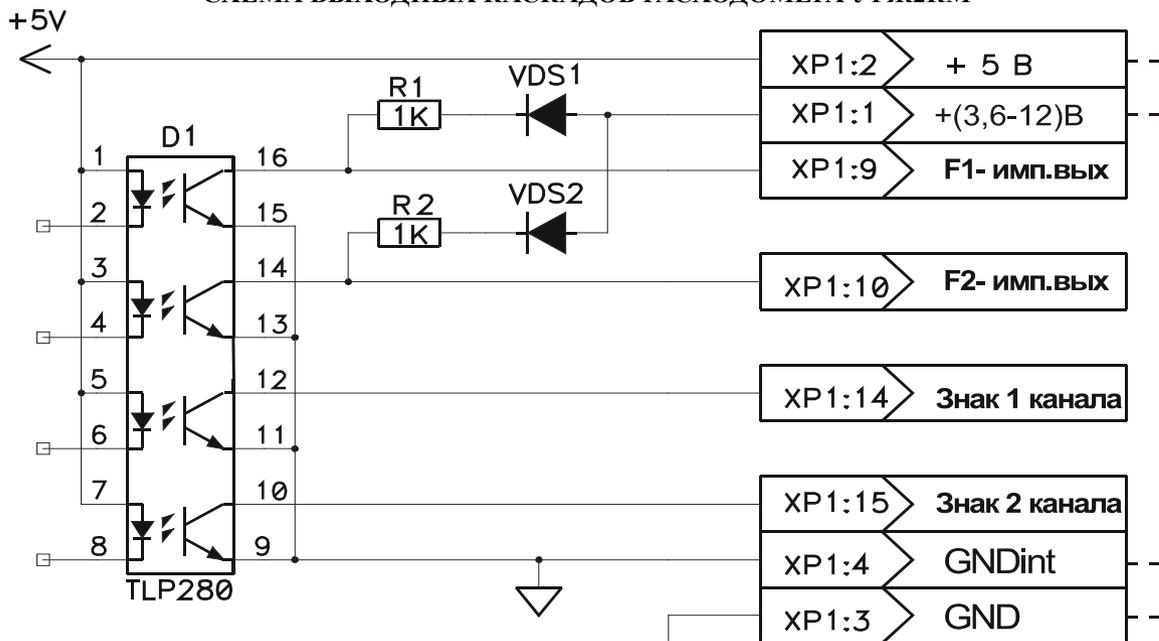


Рисунок Г1 Схема выходного каскада импульсного выхода и компаратора расходомера УРЖ2КМ Модель 1

Примечания

1 Перемычки, указанные штриховой линией следует устанавливать в том случае, если импульсные входы подключаемого тепловычислителя являются открытыми, т.е. гальванически изолированы от собственного источника питания. Длина соединительного кабеля между расходомером и тепловычислителем не должна превышать 0,5 м.

2 Источник питания + (3,6 – 12) В – внешний

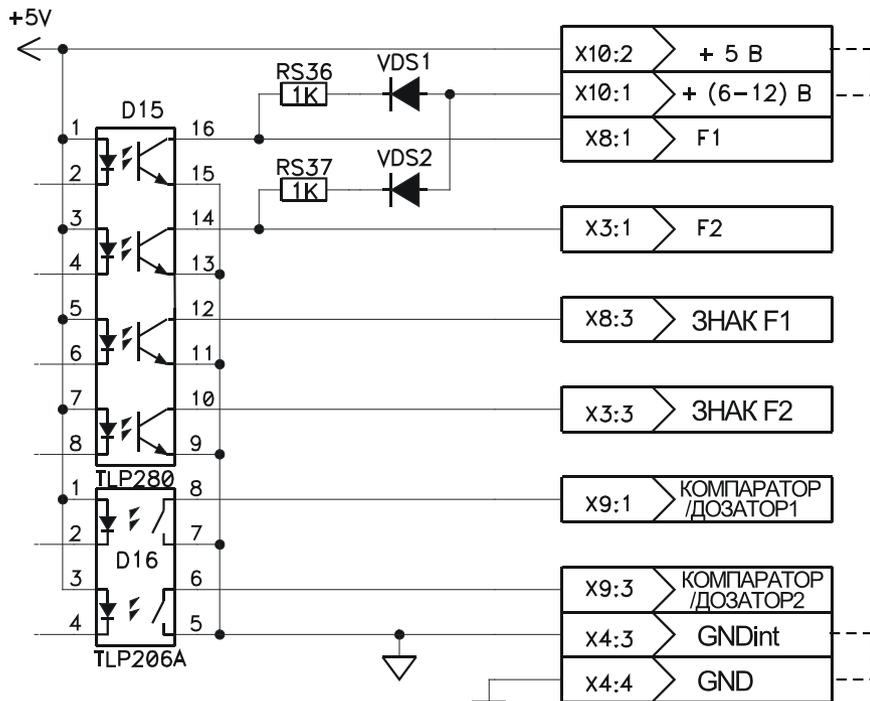


Рисунок Г2 Схема выходного каскада импульсного выхода и компаратора расходомера УРЖ2КМ Модель 2

Примечания

1 Переключки, указанные штриховой линией следует устанавливать в том случае, если импульсные входы подключаемого тепловычислителя являются открытыми, т.е. гальванически изолированы от собственного источника питания. Длина соединительного кабеля между расходомером и тепловычислителем не должна превышать 0,5 м.

2 Источник питания +12 В – внутренний

Приложение Д

СХЕМА ВЫХОДНОГО КАСКАДА ТОКОВОГО ВЫХОДА РАСХОДОМЕРА УРЖ2КМ

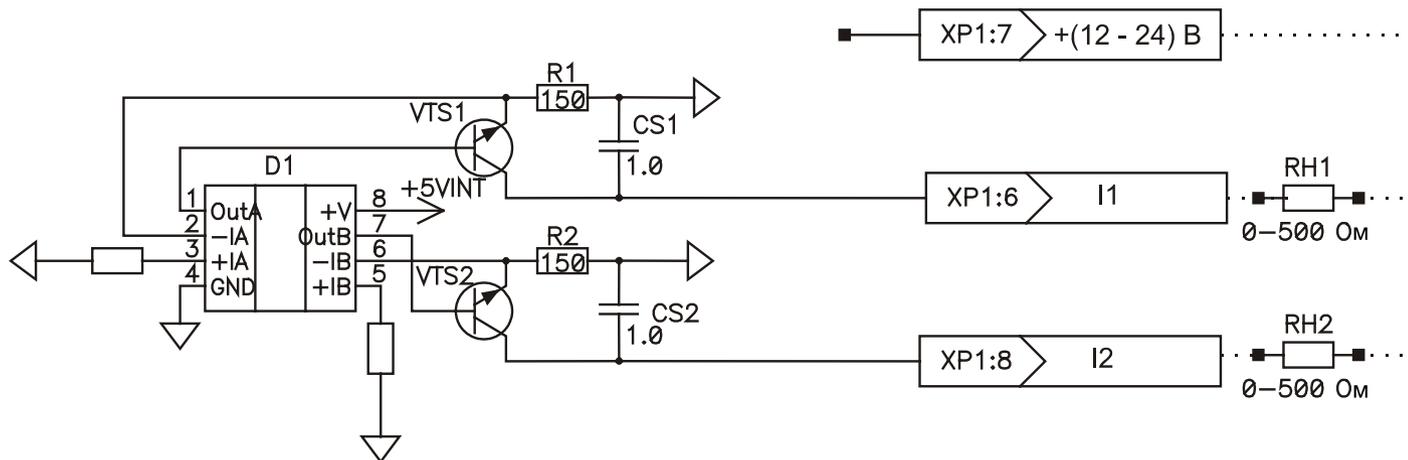


Рисунок Д1 Схема выходного каскада нормированного токового выхода расходомера УРЖ2КМ Модель 1

Примечания

- 1 Соединения, указанные штриховой линией монтируются на стороне потребителя;
- 2 Источник питания $+(12 - 24) В$ – внутренний;
- 3 Для тока $0 - 5 мА$ согласно заказа установлено $R1 = R2 = 150 \text{ Ом}$
 Для тока $4 - 20 мА$ согласно заказа установлено $R1 = R2 = 36 \text{ Ом}$

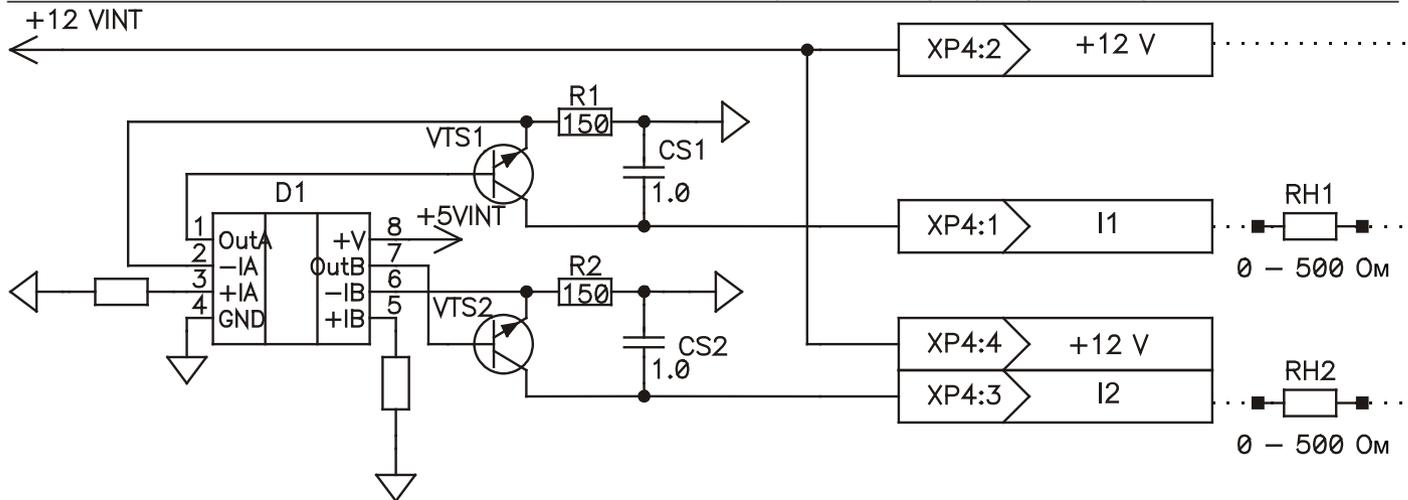


Рисунок Д2 Схема выходного каскада нормированного токового выхода расходомера УРЖ2КМ Модель 2

Примечания

1 Соединения, указанные штриховой линией монтируются на стороне потребителя;

2 Источник питания $+(12 - 24)$ В - внутренний;

3 Для тока $0 - 5$ мА согласно заказа установлено $R1 = R2 = 150$ Ом

Для тока $4 - 20$ мА согласно заказа установлено $R1 = R2 = 36$ Ом

Приложение Е

(справочное)

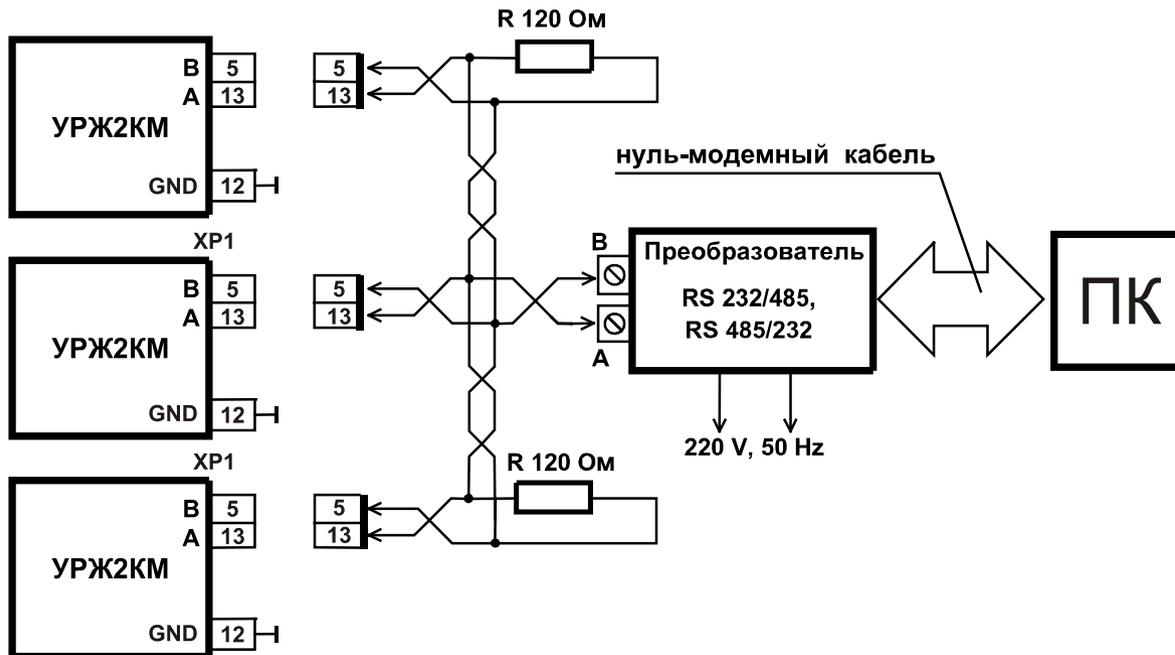
СХЕМА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ, ВЫПОЛНЕННОЙ ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕРФЕЙСА RS 485

Рисунок Е1 Схема локальной сети, выполненной посредством интерфейса RS 485 расходомера УРЖ2КМ Модель 1

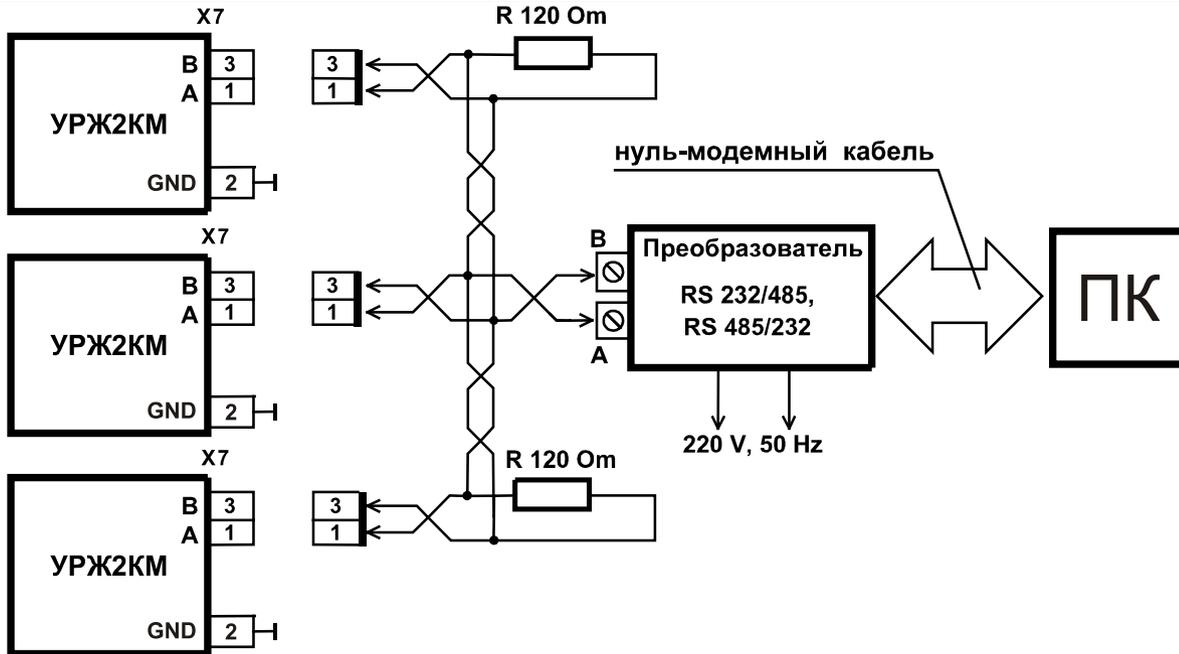
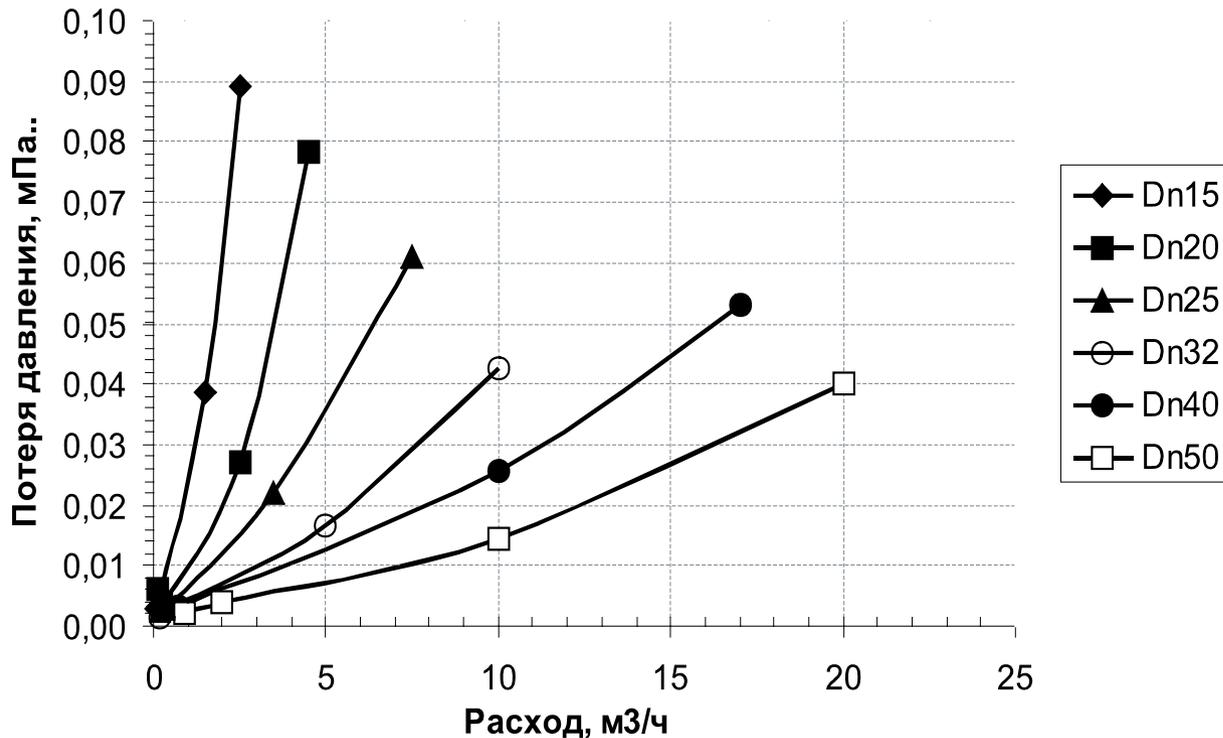


Рисунок Е2 Схема локальной сети, выполненной посредством интерфейса RS 485 расходомера УРЖ2КМ Модель 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(справочное)

ГРАФИКИ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В U-ОБРАЗНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ



Примечание - Зависимости определены опытным путем.

Приложение 3

(справочное)

КАЛИБРОВКА ТОКОВЫХ ВЫХОДОВ

Для расходомера УРЖ2КМ Модель 1 Собрать схему, приведенную на рисунке 31.

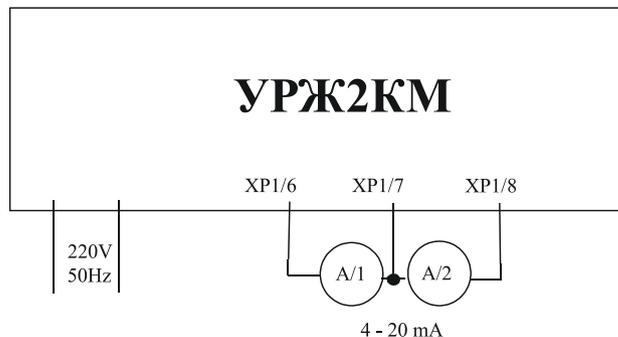


Рисунок 31. A/1, A/2 – ампервольтметр универсальный GDM-8245 или с не худшими характеристиками.
Для расходомера УРЖ2КМ Модель 2 Собрать схему, приведенную на рисунке 32.

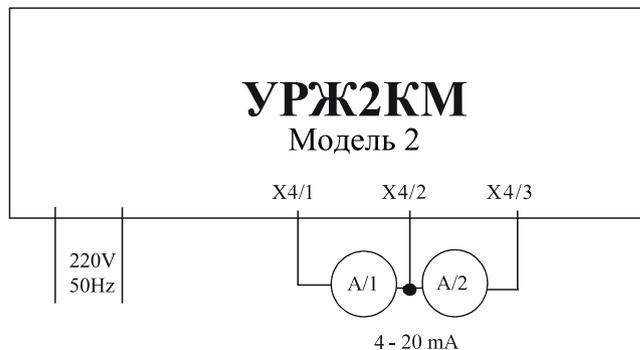


Рисунок 32. A/1, A/2 – ампервольтметр универсальный GDM-8245 или с не худшими характеристиками.

Для калибровки токовых выходов необходимо:

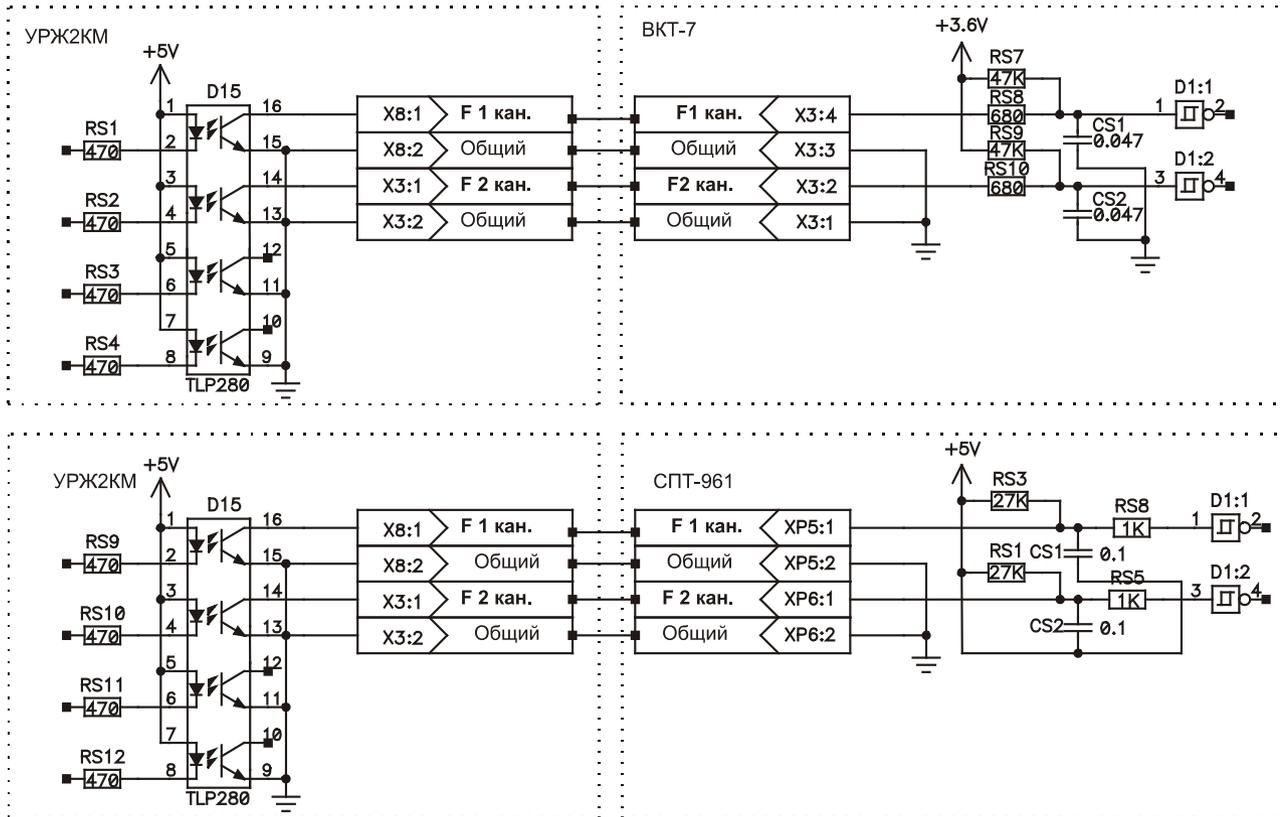
- войти в режим программирования и установить режим 18 (1 канал) или 28 (2 канал);
- нажать последовательно кнопку «→», затем «ВВОД». На индикаторе установится сообщение «80» – режим калибровки минимального предела диапазона регулирования тока;
- манипулируя кнопками «→» и «↑», ввести значение тока. Для диапазона «0-5 мА» – 0 мА, для диапазона «4-20 мА» – 4 мА. Величину тока контролировать по амперметру;
- нажать кнопку «ВВОД». На индикаторе установится сообщение «81» – режим калибровки максимального предела диапазона регулирования тока;
- манипулируя кнопками «→» и «↑», ввести значение тока. Для диапазона «0-5 мА» – 5 мА, для диапазона «4-20 мА» – 20 мА. Величину тока контролировать по амперметру;
- нажать кнопку «ВВОД». На индикаторе установится сообщение «82» – режим контроля линейности характеристики (контролируется в пяти точках диапазона: 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %);
- нажимая последовательно кнопку «↑» четыре раза, наблюдать значение тока во всем диапазоне изменения тока. Величина тока должна соответствовать значениям, приведенным в таблице 31.

Таблица 31

№ точки диапазона	0 (0 %)	1 (25 %)	2 (50 %)	3 (75 %)	4 (100 %)
Ток в диапазоне “0-5 мА”, мА	$0 \pm 0,002$	$1,25 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,03$	$3,75 \pm 0,04$	$5 \pm 0,05$
Ток в диапазоне “4-20 мА”, мА	$4 \pm 0,04$	$8 \pm 0,08$	$12 \pm 0,12$	$16 \pm 0,16$	$20 \pm 0,2$

Приложение И

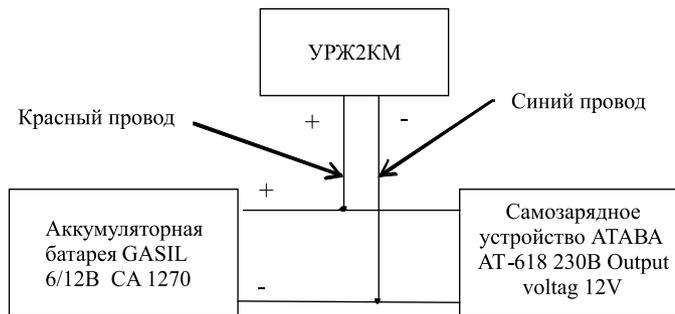
СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ РАСХОДОМЕРА УРЖ2КМ Модель 2 И ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ ПО ИМПУЛЬСНЫМ ВЫХОДАМ



Приложение К

(справочное)

РЕКОМЕНДУЕМОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ К РАСХОДОМЕРУ УРЖ2КМ МОДЕЛЬ 2



ПРИЛОЖЕНИЕ Л

(справочное)

ПОДКЛЮЧЕНИЕ GSM-МОДЕМА К ПК И УРЖ2КМ

GSM терминал **Siemens MC35i Terminal** - конструктивно законченный. GSM модем, используется для передачи данных и SMS в стандарте GSM900/1800. Управление осуществляется модемными AT-командами. Поддерживает технологию GPRS class 8.

Для работы с **GSM модемом Siemens MC35i** необходимо подключить к его внешним разъёмам антенну, источник постоянного тока и любой микропроцессорный контроллер или компьютер типа IBM PC по последовательному COM-порту (RS-232). Управление осуществляется модемными AT-командами. Дополнительно можно подключить внешнюю телефонную трубку и использовать **MC35i Terminal** как стационарный сотовый телефон. Стандартные интерфейсы и встроенное устройство чтения карт SIM делают простым и быстрым универсальное применение устройства в качестве двухдиапазонного терминала GSM. Функциональные возможности и прочный корпус устройства облегчают быструю реализацию новых приложений в областях телеметрии и телематики. Функциональные возможности терминала соответствуют функциональным возможностям GSM/GPRS модем **Siemens MC35i Terminal** и расширены добавлением устройства чтения карт SIM, интерфейса RS232, аналогового интерфейса для подключения телефона и широким диапазоном напряжений питания.

Все внешние интерфейсы **GSM-терминала Siemens MC35iT** надежно интегрированы в корпусе устройства. Штекерные соединения соответствуют стандартам и пригодны для использования в условиях вибрации.

Как подключить устройство с последовательным интерфейсом к беспроводному терминалу Siemens

Все беспроводные терминалы Siemens оснащены последовательным интерфейсом RS232. Как и обычный модем, беспроводный терминал может быть подключен к любому RS232-устройству (ПК, регистратор данных, GPS и т.п.) для организации беспроводного соединения.

Перед вами пошаговое руководство настройки беспроводного терминала для удаленного доступа к устройству с последовательным интерфейсом. Для работы с компьютером необходимо использовать заводские настройки – AT&F.

Для настройки удаленного доступа (расходомер УРЖ2КМ):

1. Запустите на ПК соответствующую коммуникационную программу, например, **Hyperterminal**.
2. Укажите номер COM-порта, к которому подключен модем. В нашем примере это COM1.
3. Настройте параметры порта. Например, скорость (бит/с) «9600», биты данных «8», четность «Нет», стоповые биты «1», управление потоком «Нет».
4. Убедитесь, что GSM-модем включен и подсоединен к соответствующему COM-порту компьютера, и к модему **подключена** антенна.
5. Вставьте SIM-карту с **активированной услугой сотового оператора «Передача данных по стандартному каналу» (CSD)**.
6. Чтобы убедиться, что модем подключен нажать вслепую AT и ENTER, появится ОК. Спустя примерно 15 секунд, дайте команду **AT+COFS**.

Вы должны получить отклик, содержащий название провайдера услуг сотовой связи. Это означает, что устройство зарегистрировано в сети.

7. Теперь можно приступать к настройке. Запустите команду **AT&F**, чтобы установить устройство в режим заводских настроек, (каждый раз нажимать ENTER, для записи команд).

8. Если на вашем устройстве не присутствует протокол (Data Terminal Ready), необходимо запустить команду **AT&D0**, чтобы отключить DTR-обнаружение терминала. Если вы этого не сделаете, терминал может не дать автоответа.

9. Необходимо настроить последовательный порт терминала на ту же скорость передачи, что и подключаемое устройство. Например, чтобы установить скорость 9600 бит/с, используйте команду

AT+IPR=9600

Командой **ATS0=X** установите терминал в режим автоответчика, где X – количество гудков, после которого модем снимает трубку, например 1.

Примечание - Если на шаге 3 вы указали значение скорости порта отличное от заданного на шаге 9 командой IPR, то после исполнения IPR вы не сможете осуществлять соединение с GSM-терминалом через программу Hyperterminal. Вам потребуется переконфигурировать Hyperterminal на скорость, на которую вы настроили терминал Siemens (например, 9600 бит/с).

10. Сохраните текущие настройки терминала в пользовательском профиле командой **AT&W**. Пользовательские настройки хранятся в энергонезависимой памяти терминала и будут **автоматически восстановлены после включения питания**.

Примечание - Для возврата к заводским установкам терминала используйте команду AT&F. Для возврата к пользовательским установкам, сохраненным командой AT&W, воспользуйтесь командой ATZ.

11. Выключите терминал командой AT^SMSOi. Теперь отключите блок питания от сети и подключите снова. После регистрации в сети модем работает с ранее заданными настройками и задавать команды инициализации больше не нужно.

12. Для установления соединения и осуществления передачи данных выполните команду набора номера ATD.

Пример – ATD8095111111. Для голосового соединения (подключите телефонную трубку с разъемом RJ-11 4P4C) укажите символ «;» в конце команды – ATD8095111111.

Для приема входящих вызовов, не имеющих оповещения по сети о режиме передачи данных, например при схеме с одним избирательным номером для всех типов вызовов или при вызовах с аналоговых устройств, используйте команду AT+CSNS=4 – режим приема «Данные» для всех вызовов, поступающих без указания типа вызова.

Для подключения терминала к вашему оборудованию вам потребуется интерфейсный кабель. Если ваше оборудование предназначено для работы с модемом, возможно оно оснащено таким же разъемом, что и ПК, и вы сможете использовать стандартный модемный кабель.

**РАСХОДОМЕРЫ ЖИДКОСТИ
УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ДВУХКАНАЛЬНЫЕ
УРЖ2КМ**

**модель 1
модель 2**

**ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ ИЗДЕЛИЯ НА МЕСТЕ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ
ТЕСС 421457.004 ИМ**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая инструкция предназначена для монтажа и пуска ультразвукового расходомера жидкости двухканального УРЖ2КМ (в дальнейшем – расходомер). Инструкция распространяется на одноканальные расходомеры УРЖ2КМ.

Поставка расходомера потребителю может осуществляться предприятием изготовителем как с ультразвуковым преобразователем расхода (УПР), так и без него. В случае поставки расходомера без УПР монтаж пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП1, ПЭП2, ПЭП3, ПЭП4) осуществляется непосредственно на трубопроводе с соблюдением требований по монтажу и условиям эксплуатации, предъявляемым к УПР.

1 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

1.1 Монтаж и демонтаж УПР, сварка держателей ПЭП на трубопроводе должны производиться в соответствии с правилами безопасности ведения работ, соответствующих категории данного трубопровода.

1.2 Пуско-наладочные работы должны производиться специализированными монтажными бригадами.

1.3 Монтаж, пуск расходомера должны осуществляться лицами, допущенными к работе с установками до 1000 В.

1.4. При работе со вспомогательным оборудованием должны соблюдаться правила безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и инструкциях по эксплуатации применяемого оборудования.

1.5 Запрещается монтаж и демонтаж УПР и ИЭИ на действующем трубопроводе при наличии в нем воды.

2 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К МОНТАЖУ

2.1 Общие указания.

2.1.1 Перед началом работ необходимо внимательно изучить данную инструкцию.

2.1.2 В случае, если расходомер находился в условиях, отличных от рабочих, необходимо выдержать его в нормальных условиях в течение 8 ч.

2.1.3 После вскрытия транспортной упаковки и расконсервации проверить комплектность на соответствие разделу «Комплектность» ТЕСС 421457.015 РЭ.

2.1.4 Осмотреть все составные части расходомера.

Электронный блок (ЭБ), УПР, ПЭП, кабели не должны иметь механических повреждений, нарушений защитных покрытий, следов коррозии, ослабления механических креплений. Соединительные кабели должны быть свободно уложены в бухты и не иметь перегибов.

Проверить целостность пломб.

2.1.5 В случае несоответствия расходомера требованиям 2.1.3, 2.1.4, необходимо сообщить об этом на предприятие-изготовитель.

3 ТРЕБОВАНИЯ К МЕСТУ УСТАНОВКИ УПР.

3.1 При выборе места установки определить:

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

- диапазоны измерения расхода, температуры, давления;

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

3.2 Место установки УПР должно обеспечивать удобство обслуживания. В случае, когда трубопровод проложен в земле, место установки УПР необходимо оборудовать сухой камерой.

Размеры сухих камер зависят от диаметра трубопровода и должны обеспечить возможность работы внутри камеры.

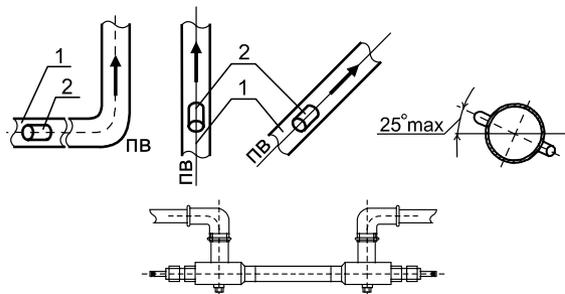


Рисунок 1 – Пример рекомендуемого расположения участка монтажа.

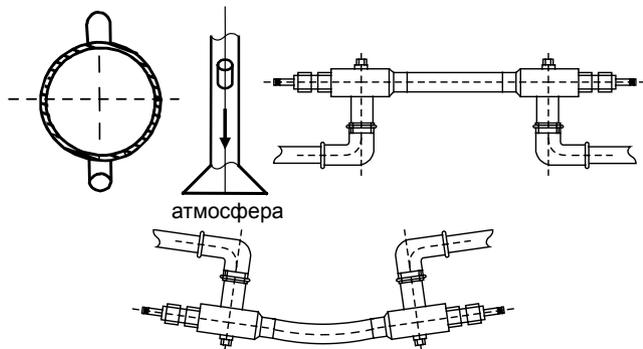


Рисунок 1 - Пример неправильного расположения измерительного участка

3.3 Так как газ собирается в самой верхней точке трубопровода, то прямоточные измерительные участки не следует устанавливать в этом месте. Также необходимо избегать установки измерительных участков на нисходящих участках трубопровода, так как нельзя гарантировать их полного заполнения или отсутствия в них сифонного (каскадного) эффекта. Кроме того, на таких участках возможно дополнительное искажение профиля потока.

Установку УПР допускается производить в вертикальном или наклонном трубопроводах на восходящих потоках, при условии отсутствия газовой среды в теплоносителе и чтобы исключалась возможность выпадения осадка из воды на поверхность ПЭП.

Старайтесь не устанавливать измерительный участок после насоса во избежание кавитации или пульсаций потока.

Примечание - Для всех типоразмеров прямоточных УПР значение потерь давления на расходомерных участках на максимальном расходе не превышает 0,085 КПа.

Для предотвращения образования воздушных пузырьков в

зонах установки ПЭП, U-образные УПР с DN 15 по DN 50 мм рекомендуется устанавливать так, чтобы плоскость, образованная ПЭП с трубопроводом, была горизонтальной. Прямолинейные участки до и после УПР не устанавливаются.

Примеры правильного расположения участка врезки ПЭП в трубопровод приведены на рисунках 1 и 2.

При монтаже прямоточных УПР, для обеспечения точности, необходимо обеспечить прямые участки трубопровода до места установки ПЭП и после. На прямых участках не допускается наличие местного гидравлического сопротивления в виде диффузоров, задвижек, переходов, крестовин, ответвлений и т.п. Длины прямых участков трубопровода должны соответствовать требованиям таблицы 1.

3.4 При установке в трубопровод непосредственно перед первичным преобразователем (УПР) струевыпрямителя трубчатого или пластинчатого (типа Этуаль), возможно сокращение длин прямолинейных участков до двух раз. Эскизы струевыпрямителей приведены в Приложении Б.

3.5 В местах установки УПР должна быть обеспечена защита от прямого попадания на них воды, грязи, масел и агрессивных жидкостей.

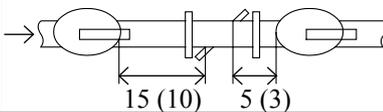
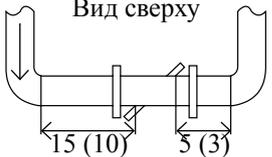
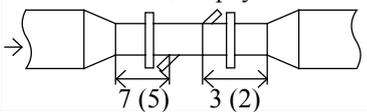
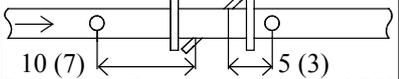
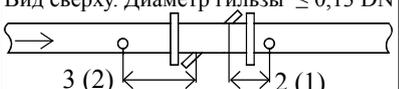
Содержание в воздухе помещений, где установлены составные части расходомеров, паров кислот и щелочей должно быть в пределах санитарных норм и правил.

Место установки УПР должно быть максимально возможно удалено от источников вибраций, тряски, электромагнитных помех (электромоторы, насосы, компрессоры и др.).

ВНИМАНИЕ!

Настоятельно рекомендуется избегать приварки фланцев к трубопроводу при установленном УПР. Это может привести к деформации УПР вследствие перегрева и выходу из строя ПЭП.

Таблица 1

Вид местного гидравлического сопротивления	Длина прямого участка в DN, не менее	
	до врезки ПЭП1 (ПЭП3)	после врезки ПЭП2 (ПЭП4)
Открытый шаровой кран Открытая клиновая задвижка	Вид сверху 	
Регулируемый клапан	30 (20)	15(10)
Насос	30 (20)	15(10)
Колено, тройник, взаимодействующие колена	Вид сверху 	
Сужение	Вид сверху 	
Термопреобразователь (гильза термопреобразователя), дисковая задвижка в открытом положении или карман	Вид сверху. Диаметр гильзы > 0,13 DN 	
	Вид сверху. Диаметр гильзы ≤ 0,13 DN 	

Примечания

1 В скобках указаны прямолинейные участки при врезке ПЭП по хорде для Ду от 80 мм до 3000 мм.

2 При наличии в трубопроводе нескольких гидравлических сопротивлений, за длину прямолинейного участка принимается расстояние от ПЭП до ближайшего гидравлического сопротивления.

3.6 Желательно, чтобы трубопровод должен быть постоянно заполнен водой даже при отсутствии потока.

3.7 При наличии реверсивного потока воды расходомер суммирует расход в прямом и обратном направлениях. По требованию заказчика, при обратном направлении потока, накопленное значение объема жидкости может вычитаться.

3.8 При установке УПР с осевым расположением ПЭП (U-образные УПР) прямолинейные участки не требуются.

3.9 Допустимая температура окружающей среды от минус 40°C до плюс 60°C.

3.10 При повторном монтаже УПР (после периодической проверки) обеспечить прежнее положение УПР относительно направления измеряемого потока.

3.11 При установке измерительных участков в верхней части П или Г – образных трубопроводов или при содержании газообразных веществ в измеряемой среде больше предусмотренных норм, необходимо предусмотреть возможность выпуска газа из этой части трубопровода с помощью автоматического воздухоотводчика (деаэрата).

3.12 При функционировании расходомеров, не требуется обязательной установки фильтров и грязевиков.

4 МОНТАЖ УПР

4.1 Перечень средств измерения и приспособлений, рекомендуемых для применения при монтаже расходомера приведен в Приложении А.

4.2 Монтаж расходомера включает в себя:

- монтаж ПЭП (при поставке без УПР);
- монтаж УПР;
- монтаж ЭБ;
- прокладку кабеля;
- присоединение кабеля к ПЭП;
- заземление ЭБ и УПР;

4.3 Монтаж ПЭП (для Ду 250 и выше).

4.3.1 В процессе монтажа ПЭП производить измерения следующих линейно-угловых параметров в соответствии с НД «Рекомендация. ГСИ. Ультразвуковой расходомер жидкости двухканальный УРЖ2КМ. Методика поверки И2. ТЕСС.014.00 И2»:

- наружного диаметра трубопровода D_n , м;
- суммарной толщины стенки трубопровода и отложений H_n , м;
- внутреннего диаметра трубопровода D_n , м;
- смещения оси акустического канала относительно центральной оси трубопровода χ , мм;
- угла наклона оси акустического канала α , °;
- расстояния между ПЭП L , м.

4.3.2 Перекрыть задвижками участок трубопровода и слить воду. Очистить поверхность на предполагаемом для врезки участке от грязи, изоляции, покрытия и т.п. до металла.

4.3.3 Измерить наружный диаметр трубопровода D_n , м.

4.3.4 Нанести разметку на трубопровод в соответствии с рисунком 3.

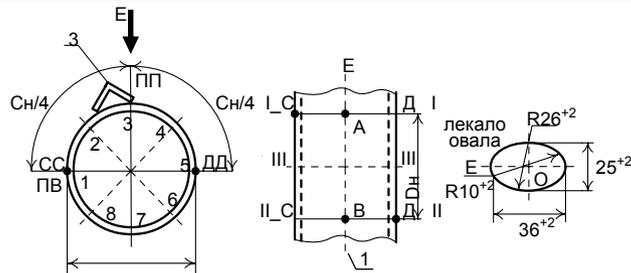


Рисунок 3 Разметка трубопровода для приварки держателей ПЭП

При нанесении разметки выполнить следующие условия:

- линии разметки не должны совпадать со сварными швами;
- место разметки должно быть удалено на достаточное расстояние от стен и прочих препятствий, способных помешать дальнейшим работам.

Провести с помощью профиля 3 длиной не менее $1D_n$, имеющего два плоскопараллельных ребра (швеллер, уголок и т.д.) осевую линию (AB) в плоскости ПП перпендикулярной плоскости врезки (ПВ).

При вертикальном расположении трубопровода это будет любая удобная для дальнейшей разметки линия.

На нанесенной линии с помощью рулетки разметить отрезок АВ равный D_n .

Провести через точки А и В с помощью гибкой металлической ленты (линейки, рулетки и т.д.) линии СД' и ДС', перпендикулярные линии АВ.

Измерить в плоскости точек САД' и С'ВД не менее 3 раз рулеткой длину окружности S_n и найти среднее значение $S_{ср}$.

Разметить точки С, С', Д, Д' на расстоянии $S_{ср}/4$ от точек А и В.

Измерить с помощью штангенциркуля или рулетки расстояния СС', ДД', СД, С'Д' и проверить выполнение условий:

$$|СС'| = |ДД'| = D_n, \quad (1)$$

$$|СД| = |С'Д'|, \quad (2)$$

$$|ДС'| = |СД'| = S_{\text{ср}}/2 \quad (3)$$

Если условия (1),(2),(3) не выполняются - разметку повторить. Произвести разметку овалов, в соответствии с рисунком 2, совместив при этом центр О и ось ЕГ лекала с точкой С(Д) и линией разметки СС'(ДД').

Допускается производить разметку мест приварки держателей при помощи трафарета, с размеченными заранее точками в зависимости от Ду.

4.3.5 Вырезать отверстия в трубопроводе в местах разметки овалов. Обработать их - зачистить кромки, удалить окалину, снять заусенцы.

4.3.6 Приварку держателей ПЭП на трубопровод производить с помощью приспособления для сварки (штанга монтажная с гайками и шайбами), рисунком 4, которое обеспечивает требуемое взаимное расположение держателей относительно друг друга.

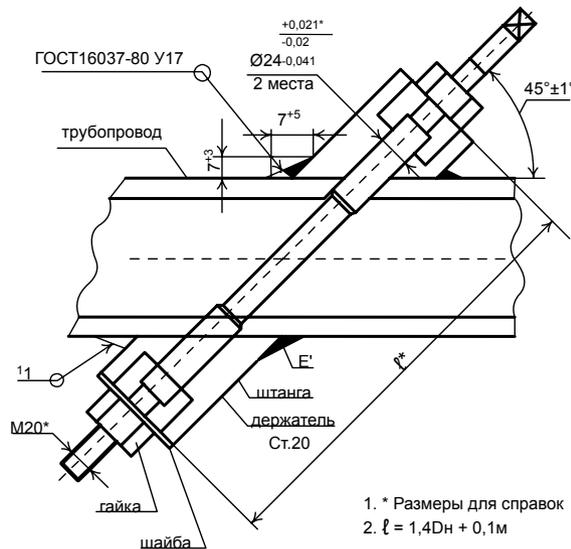


Рисунок 4 Схема приварки держателей к трубопроводу

Штанга изготавливается из углеродистой стали и должна быть ровной и отшлифованной. Производить работы с изогнутой штангой не допускается. Длина штанги зависит от диаметра трубопровода и угла врезки датчиков. Конкретная ее длина выбирается из таблицы 2

Таблица 2

Условный диаметр трубопровода, мм	Длина направляющей штанги, мм
250	750
300	820
400	960
500	1100
600	1240
700	1430
800	1550
1000	1780
1600	2600
1800	3000
3000	4200

Рекомендуется доработать опорную поверхность держателей ПЭП в соответствии с образующей поверхностью трубопровода, на котором будет произведен монтаж.

Для более точной приварки держателей на их наружную цилиндрическую поверхность нанести осевые риски, соответствующие точкам пересечения большой и малой осей эллипса.

Установить держатели на штангу, совместив нанесенные риски на держателе с линиями разметки трубопровода АС, СС' и ВД, ДД', и закрепить их гайкой.

Прихватить сваркой держатель в точке Е. Провернуть штангу вокруг своей оси, откорректировать угол наклона штанги. Прихватить сваркой другой держатель в точке Е'. Далее процесс поочередной прихватки каждого держателя произвести в четырех диаметрально-противоположных точках (крестообразно). После прихватки в каждой точке

делать паузу для остывания металла в местах сварки. Повторить такую операцию на каждом держателе в промежуточных диаметрально-противоположных четырех точках, делая выдержку с целью остывания металла.

Убедившись в правильности предварительной сварки приступить к окончательному привариванию шва, непрерывно совершая колебательно-вращательные движения штанги вокруг своей оси для устранения возможных перекосов.

4.3.7 Измерить суммарную толщину стенки трубопровода и отложений H_n , руководствуясь рисунком 5

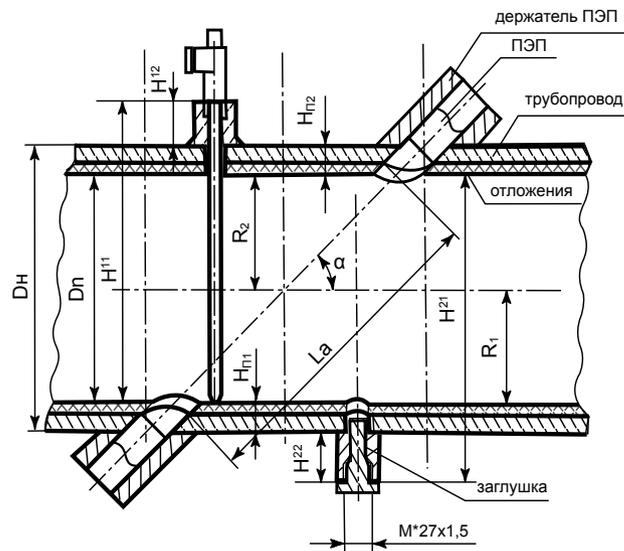


Рисунок 5. Схема измерения суммарной толщины стенки трубопровода и отложений (H_n)

4.3.8 Доработать, в соответствии с рисунком 6, с помощью развертки отверстие диаметром $24^{+0,021}$ в одном из держателей до диаметра $24^{+0,13}$ мм. Одновременно зенкером доработать плоскость упора ПЭП в держателе на глубину, позволяющую захватить всю обрабатываемую поверхность. Повторить эти операции для другого держателя.

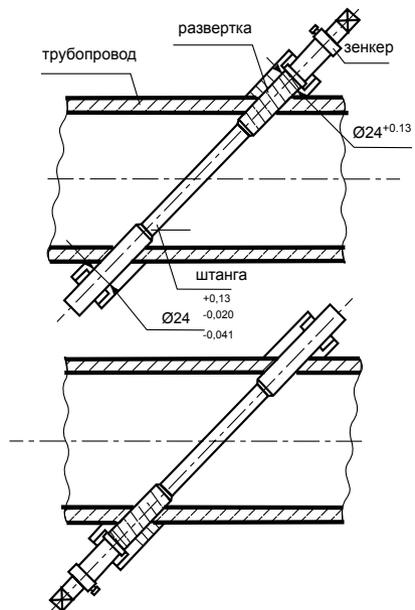


Рисунок 6 Схема доработки держателей ПЭП

4.3.9 Рассчитать внутренний диаметр трубопровода $D_{п}$.
 4.3.11 Измерить смещение оси акустического канала относительно центральной оси трубопровода χ .
 4.3.10 Измерить угол наклона оси акустического канала.
 4.3.11 Установить один ПЭП в соответствии с рисунком 7, соблюдая следующие правила:

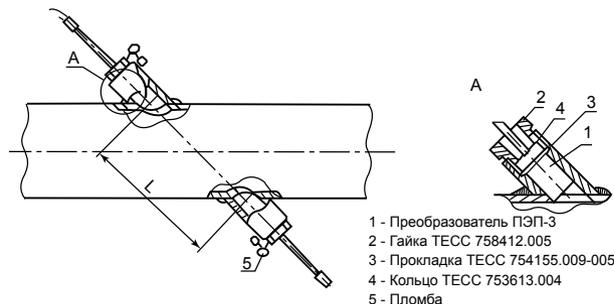


Рисунок 7 - Схема монтажа пьезопреобразователей

- удалить следы металла, оставшиеся от сварки, с опорной кольцевой поверхности места установки ПЭП в держателях;
- очистить внутренние поверхности держателей от пыли и грязи;
- для предохранения материала крепежных гаек и ПЭП от диффузии с материалом УПР, смазать резьбу держателей и боковую цилиндрическую поверхность ПЭП графитосодержащей смазкой Р-113 или ЦИАТИМ-221;
- рабочая поверхность УПР (торец) должна быть очищена от смазки;
- установить ПЭП в держатели и затянуть крепежной гайкой;

- при затягивании ПЭП крепежной гайкой, усилие, прикладываемое к ключу, должно быть равно 40...45 Н/м. Для ПЭП, устанавливаемых в прямоточные УПР с условным диаметром DN 32, 40, 50, усилие составляет 18...20 Н/м.

ВНИМАНИЕ!

ПЭП содержат элементы из пьезокерамики и тонкостенных элементов конструкции, которые обладают повышенной хрупкостью и не допускают ударных и чрезмерных сжимающих нагрузок, поэтому запрещается:

- превышать приведенное выше усилие зажатия ПЭП;
 - при транспортировании и монтаже ронять ПЭП или стучать по ним;
 - при проведении текущего или межсезонного обслуживания УПР, демонтировать «прикипевшие» к поверхностям УПР преобразователи путем проворачивания их в держателях;
 - запрещено менять местами ПЭП разных каналов;
- Измерить расстояние L между ПЭП.

4.4 Монтаж фланцевых УПР Ду 32...1200 мм.

4.4.1 Перекрыть задвижками участок трубопровода и слить воду. Очистить наружную поверхность на предполагаемом для врезки участке трубопровода от грязи, изоляции, покрытия и т.д. до металла.

4.4.2 Разметить и вырезать в трубопроводе участок L в соответствии с рисунком 1, приведенном в НД «Руководство по эксплуатации».

4.4.3 Оценить по вырезанному участку трубы состояние внутренней поверхности трубопровода (отложения, степень коррозии). Измерить внутренний диаметр с учетом отложений.

Проверить выполнение условия

$$(D_n - D_n') \leq 0,05D_n', \quad (4)$$

где D_n' - внутренний диаметр УПР,

D_n – внутренний диаметр трубопровода.

Если условие не выполняется, чистить трубопровод от наслоений на длину не менее DN 15 до места установки УПР и DN 5 после, пока условие (4) не будет выполнено.

Если состояние внутренней поверхности трубопровода не позволяет произвести очистку (сильная коррозия и отложение), следует сварить в трубопровод отрезки новой трубы длиной DN 15 до установки УПР и DN 5 после.

4.4.4 Расточить посадочные отверстия фланцев по измененному размеру с учетом зазора для сварки.

4.4.5 Надеть на концы трубопровода ответные фланцы (не приваривая).

4.4.6 Установить УПР в магистральный трубопровод и стянуть болтами с ответными фланцами (предварительно установив между фланцами прокладки из комплекта поставки). Сделать отметки мелом на магистральном трубопроводе для сварки фланцев с трубопроводом.

ВНИМАНИЕ!

Фланец с нанесенным порядковым номером является входом УПР. При этом пьезодатчики на УПР, маркированные цифрами «1» (Трубопровод 1) и «3» (Трубопровод 2), должны оказаться ближе к вводу УПР.

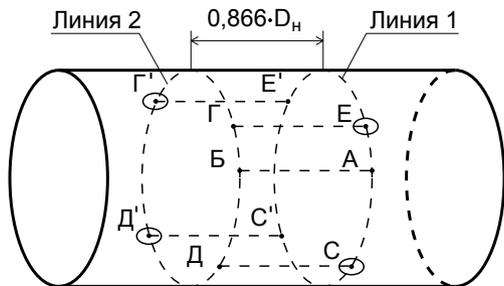
4.4.7 Снять УПР.

4.4.8 Приварить ответные фланцы к трубопроводу по отметкам.

4.4.9 Установить УПР в магистральный трубопровод, проложив прокладки между фланцами, и равномерно стянуть их болтами из комплекта поставки.

4.5 Монтаж ПЭП при врезке по нижней и верхней хордам для DN от 250 по 3000 мм.

4.5.1 На наружной стенке трубопровода по сечению в диаметральной плоскости с помощью рулетки нанести две линии: линию окружности 1и линию окружности 2 на расстоянии $0,866 \cdot D_H$ друг относительно друга согласно рисунка 8.



$$AE = AC = 0,26 \cdot D_H$$

$$BG' D' = BD D' G' = 1,83 \cdot D_H$$

Рисунок 8 - Разметка трубопровода при врезке по хорде, вид с боку.

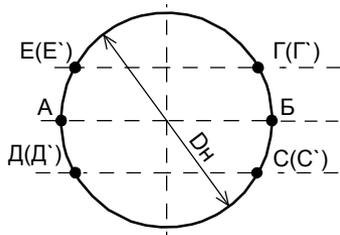


Рисунок 9 Разметка УПР при врезке по хорде, вид с торца

4.5.2 На боковой стороне трубопровода, с помощью отвеса

отметить на линии 1 точку А и на линии 2 точку Б.

4.5.3 Отложить рулеткой вниз от точки А (нижняя хорда) вдоль линии 1 расстояние $0,26 \cdot D_H$, кернить полученную точку С. Отложить рулеткой вверх от точки А (верхняя хорда) вдоль линии 1 расстояние $0,26 \cdot D_H$, кернить полученную точку Е.

4.5.4 Отложить рулеткой вверх от точки Б (нижняя хорда) вдоль линии 2 расстояние $1,83 \cdot D_H$, кернить полученную точку Д'. Отложить рулеткой вниз от точки Б (верхняя хорда) вдоль линии 2 расстояние $1,83 \cdot D_H$, кернить полученную точку Г'.

4.5.5 В соответствии с Рисунком 3 вырезать овальные отверстия в трубопроводе под держатели в местах кернения.

4.5.6 Приварить держатели ПЭП согласно п.4.3.6.

4.5.7 Установить ПЭП в соответствии с рисунком 7.

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

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

5 ТРЕБОВАНИЯ К МЕСТУ УСТАНОВКИ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ

5.1 Если расходомеры устанавливаются в полевых условиях, где отсутствуют операторные или операторные удалены от трубопровода более чем на 200 м, допускается помещать вычислитель в защитные сооружения (шкафы, будки и т.п.), обеспечивающие требуемую температуру окружающей среды и приближенные непосредственно к трубопроводу.

5.2 Вычислитель не должен подвергаться интенсивному солнечному облучению. К вычислителю должен быть обеспечен свободный доступ со стороны органов управления.

5.3 Вычислитель монтировать на расстоянии, обеспечивающем подключение необходимой длины соединительных кабелей от ПЭП (не более 200 м).

5.4 При выборе места установки вычислителя следует избегать близости с:

- радио- телестанциями (радиопомехи);
- высоковольтными линиями (радиопомехи);
- мощными электромоторами с частотными преобразователями (радиопомехи, всплески по сети питания);
- работающими электросварочными аппаратами (наводки всех видов).

Для снижения уровня помех, идущих по линии питания, рекомендуется установка сетевых радиочастотных фильтров (например DL-2T1). Уровень электромагнитных помех может быть снижен дополнительными мерами по электромагнитной экранировке, как прибора, так и источника помех. Эффективной мерой уменьшения влияния помех является минимизация длин соединительных кабелей.

Для снижения уровня помех может оказаться эффективным независимое заземление «общей» шины приборного

питания вычислителя.

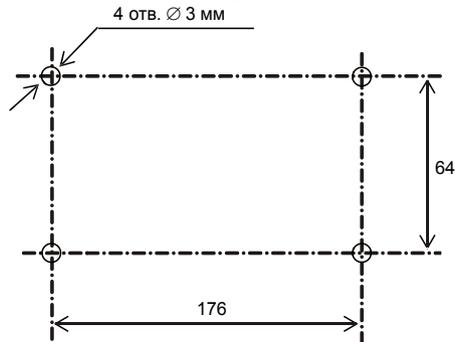
5.5 Рекомендуется устанавливать автоматические дифференциальные выключатели и приборы грозозащиты.

Место установки ЭБ должно быть оборудовано трехполюсной еввророзеткой, подключенной к сети переменного тока напряжением 220 (+22; - 33) В и к шине защитного заземления.

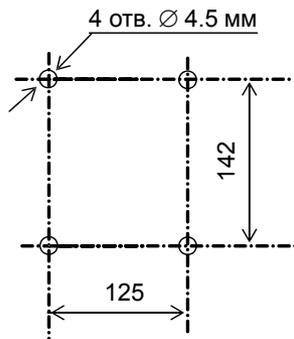
6 МОНТАЖ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ

Вычислитель крепится на опорной поверхности в вертикальном положении. Установочные размеры приведены на рисунке 10.

Имеется возможность крепления с помощью DIN-рейки. Крепеж поставляется по заказу.



а) Модель 1



б) Модель 2

Рисунок 10 Разметка присоединительных отверстий вычислителя.

7 ТРЕБОВАНИЯ К МЕСТУ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

При любом способе прокладки кабели должны иметь защиту от механических повреждений и нагрузок на растягивание.

Длина трассы прокладки кабелей от 5 до 200 м;

Перед прокладкой кабелей убедиться в отсутствии внешних повреждений.

На объектах с сильными электромагнитными помехами кабели РК-50 проложить в трубах, кабельных каналах или в плетенках типа ПМЛ (О)-10x16 мм. на расстоянии 0,5 м от силовых кабелей.

При прокладке кабелей рекомендуется:

- при установке двух и более расходомеров на одном объекте, укладку кабелей от каждого из них необходимо производить в отдельных защитных конструкциях, разнесенных по всей длине на расстояние не менее 5 см для предотвращения взаимных электромагнитных наводок;
- укладку соединительных кабелей или их защитных конструкций вдоль силовых питающих линий производить на расстоянии не менее 50 см;
- крепление кабеля должно исключать возможность его соприкосновения с трубопроводами и другими элементами конструкций, имеющими температуру ниже минус 40 °С или выше плюс 70 °С;
- излишек кабеля аккуратно сворачивается кольцом и помещается в приборном ящике или рядом с ним;
- кабели присоединять к ПЭП в соответствии со связующей маркировкой. Маркировка на пьезопреобразователе должна соответствовать маркировке на присоединительном кабеле РК-50.

Общие требования.

При проведении сварочных работ на трубопроводе вблизи смонтированного измерительного участка (или УПР) возможно повреждение (выгорание) входных цепей расходомера. Для предотвращения этого необходимо отсоединить кабели от ПЭП или разъем с кабелями ПЭП от ЭБ.

Не рекомендуется:

- устанавливать расходомер вблизи мест, где часто производятся сварочные работы;
- подключение к одной с расходомером фазе оборудования, создающего электромагнитные помехи;
- устанавливать расходомер вблизи аппаратуры, чувствительной к радиопомехам.

8 ПРИСОЕДИНЕНИЕ КАБЕЛЯ К ПЬЕЗО-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМ

ВНИМАНИЕ!

Пьезопреобразователи на УПР, маркированные цифрами «1» (Трубопровод 1) и «3» (Трубопровод 2), должны окантоваться ближе ко входу УПР.

8.1 Присоединение кабеля к пьезопреобразователям ПЭП-3-1, ПЭП-6-1 согласно рисунку 11.

8.1.1 Отсоединить съемные части кабельного разъема ПЭП и наназить их на кабель в той же последовательности.

8.1.2 Снять наружную изоляцию кабеля на длине 5-6 мм.

8.1.3 Вывернуть оплетку «чулком» (оплетку не распускать).

8.1.4 Снять внутреннюю изоляцию на длине 4-5 мм и вставить центральную жилу в корпус соединителя до упора.

8.1.5 Вывернуть оплетку на поверхность корпуса и прижать ее к поверхности конической втулкой.

8.1.6 Навинтить на корпус муфту и, вставив в муфту прокладку с конической втулкой, поджать их винтом.

8.1.7 Умеренно затянуть муфту и винт ключом.

Примечание - не допускается электрического контакта (короткого замыкания) между оплеткой и центральной жилой кабеля. При наличии такого замыкания расходомер покажет отказ.

Примечание - не допускается электрического контакта (короткого замыкания) между оплеткой и центральной жилой кабеля. При наличии такого замыкания вычислитель покажет отказ.

9 ПУСК (ОПРОБОВАНИЕ)

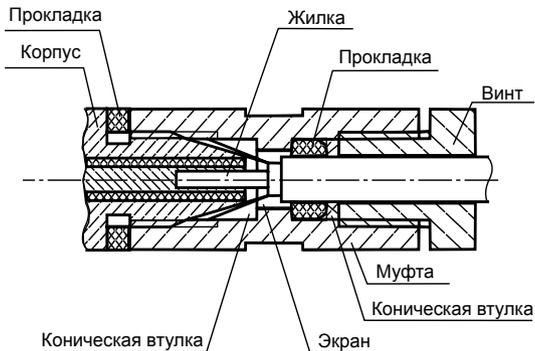


Рисунок 11. Схема присоединения кабеля с ПЭП

8.2 Присоединение кабеля к пьезопреобразователям ПЭП-3-4.

Принципиальная схема присоединения кабеля к пьезопреобразователям ПЭП 3-4 приведена на рисунке 12. Разъем типа GDSN 207/GSSNA 200.

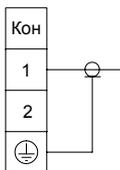


Рисунок 12. Схема подключения кабеля РК-50 к пьезопреобразователю ПЭП 3-4

9.1 Установить в трубопроводе поток воды .

9.2 Визуально проверить герметичность сварных швов и соединений. При обнаружении течи в месте установки ПЭП, надо затянуть гайку туже.

9.3 Включить и запрограммировать вычислитель в соответствии с ТЕСС 421457.015 РЭ.

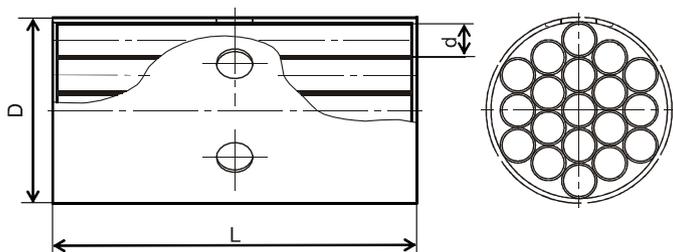
После проведения всех работ произвести пломбировку ПЭП и вычислителя.

**Приложение А
(рекомендуемое)****ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ,
РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ**

Наименование и обозначение	Характеристика	Примечание
1. Штангенциркуль ШЦ-Ш400-0,1 ГОСТ 166-89	Цена деления 0,1 мм.	
2. Рулетка ЗПК2-10АНТ-1 ГОСТ 7502-89	Цена деления - 1 мм.	
3. Угломер с нониусом тип 2-2, модель 127 ГОСТ 5378-88	Диапазон измерений внутренних углов от 40 до 80 °, наружных углов - от 0 до 360 ° основная погрешность не более 5 %	
4. Приспособление для сварки - ПР001		
5. Приспособление для доработки держателей - ПР002		
6. Комплект оснастки для замера параметров смонтированного участка - ПР005.		В комплект ПР005 входит угломер (п.3).

Примечание - Приспособления ПР001...ПР005 рассчитаны на DN 250...3000 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое) КОНСТРУКЦИЯ СТРУЕВЫПРЯМИТЕЛЕЙ



Обозначение	D, мм	L, мм	d, мм	Материал	Масса, кг
ЦПП21-1.04.00	79	150	15	сталь	0,752
-01				титан	0,431
-02	100	192	19	сталь	1,23
-03				титан	0,705
-04	140	275	27	сталь	2,5
-05				титан	1,42

Рисунок А1 Конструкция трубчатого струевыпрямителя.

Для других диаметров струевыпрямителей, размеры изменяются пропорционально.

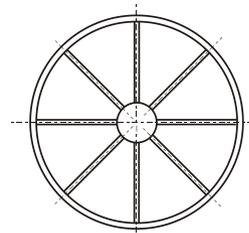
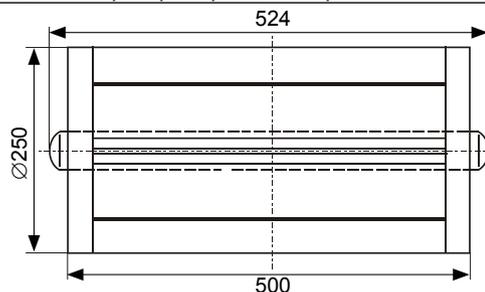


Рисунок А2 Конструкция звездообразного струевыпрямителя типа «Этуаль» на условный диаметр 250 мм.

Для других диаметров струевыпрямителей, размеры изменяются пропорционально.

РЕКОМЕНДАЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Расходомеры жидкости ультразвуковые
двухканальные УРЖ2КМ
Модель 1
Модель 2

Методика поверки

ТЕСС 015.00 И1

ВВЕДЕНИЕ

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 выводу	по токовому выводу	
DN 15-40	I	(±1,0)	(±1,0)	(±1,5)	(±1,0)
	II	(±1,5)	(±1,5)	(±2,0)	(±1,5)
	III	(±2,0)	(±2,0)	(±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)

Примечания

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

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

$$I \quad Q_{наиб}/10 \leq Q \leq Q_{наиб}$$

$$II \quad Q_{перех} \leq Q < Q_{наиб}/10$$

$$III \quad Q_{наим} \leq Q < Q_{перех}$$

3 Значения объемного расхода $Q_{наиб}$, $Q_{наим}$ и $Q_{перех}$ определяются из таблицы 1 Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ.

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 поверке	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.

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 1,0 до 760 м ³ /ч, погрешность менее 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 ±0,3 %
5.3	Поверочная установка трубопоршневая, диапазон расхода от 0,03 до 760 м ³ /ч, погрешность менее ±0,3 %
5.3	Поверочная установка с весами, диапазон расхода от 0,03 до 760 м ³ /ч, погрешность менее ±0,3 % Поверочная установка с эталонными расходомерами и счетчиками, диапазон расхода от 0,03 до 1200 м ³ /ч, погрешность менее ±0,25 %
5.3	Частотомер электронно-счетный GFC-8131Н. Диапазон измеряемых частот - от 0,005Гц до 150МГц Для сигнала импульсной формы амплитудой 0,15÷10В. Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора ±1,5*10 ⁻⁷ за 3 суток

5.3	Секундомер-таймер СТЦ-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.

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 - $\pm 0,3$ %.

4.1.6 Изменение расхода в процессе поверки по каналу измерения объема не должно превышать $\pm 5,0$ % от установившегося 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.

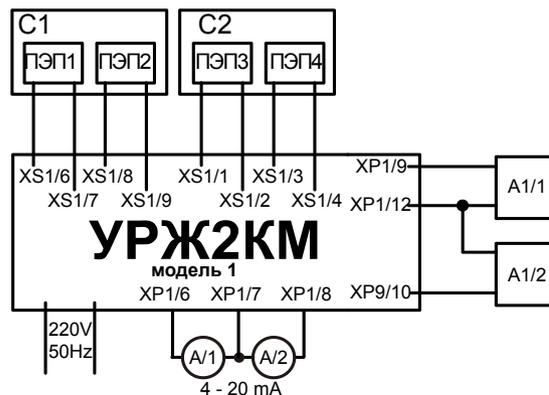
4.1.9 Отсутствие внешних электрических, магнитных полей, кроме земного магнитного поля, вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу расходомера.

Примечание - Допускается проведение поверки в рабо-

чих условиях эксплуатации расходомеров при соблюдении требований к условиям эксплуатации поверочного оборудования.

4.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

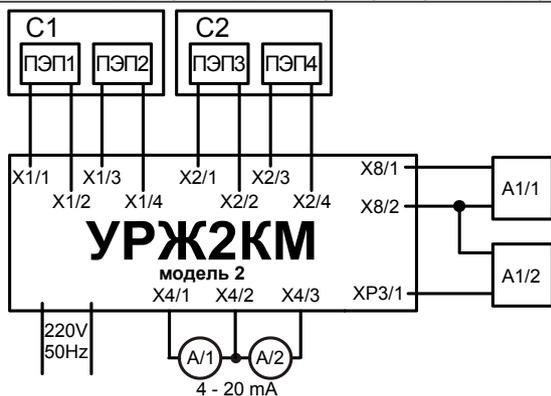
4.2.1 Проверка правильности собранной схемы поверки прибора. Один из вариантов схемы поверки прибора приведен на рисунке 1а для Модели 1 и рисунке 1б для Модели 2.



- ПЭП 1, 2, 3, 4 – Пьезопреобразователи;
- C1, C2 – кювета УТ – 12 или УПР;
- A/1, A/2 – ампервольтметр универсальный GDM-8245;
- A1/1, A1/2 – 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;

C1, C2 – кювета УТ – 12 или УПР;

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

A/1/1, A/1/2 – 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 пове-

рочной установки пробным давлением.

Систему считают герметичной, если при подаче рабочего давления в течение 5 минут не наблюдается течи или появления каплей 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;
- 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 °С;
- 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 421457.014 РЭ на прибор (таблица 1), а $Q_{\text{наим}}$ - минимальному значению для данного диаметра из РЭ ТЕСС 421457.014 РЭ на прибор (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 подаются 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 образцовыми 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;
- 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 осуществляют 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:

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

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 $V_{\text{от}}$ 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 показание 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 т_{рас}, сек.:

$$t_{\text{рас}} = N_{\text{округл}} \cdot 6,9174$$

Погрешность измерения рассчитывается по формуле:

$$\delta = \frac{t_{\text{рас}} - t_c}{t_{\text{рас}}} \cdot 100$$

Расходомер допускается к применению, если значение δ_t 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:

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

где: m - масса воды, определенная путем взвешивания, т;
 ρ_t - плотность воды в зависимости от ее температуры (берется из справочных данных по ГОСТ 8.142), т/м³°С;

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.

6.1.3 Поверочная трубопоршневая установка.

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

$$V_i = V_0 \times k_{\text{тж}} \times k_{\text{пру}} \times k_{\text{ты}} \times k_{\text{рж}}$$

где: V_0 - калиброванный объем ТПУ, мЗ;
 $k_{\text{тж}}$ - коэффициент, учитывающий влияние разности температур жидкости расходомера и ТПУ на объем калиброванного участка ТПУ;
 $k_{\text{пру}}$ - коэффициент, учитывающий влияние давления на объем калиброванного участка ТПУ;
 $k_{\text{ты}}$ - коэффициент, учитывающий влияние темпе-

ратуры стенок ТПУ на объем калиброванного участка ТПУ;
 $k_{рж}$ - коэффициент, учитывающий разность давления у счетчика и ТПУ;

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

где: $b_{ж}$ - коэффициент объемного расширения жидкости, °C;
 t_n - средняя температура жидкости у водосчетчика, °C;
 t_y - средняя температура жидкости в ТПУ, °C.

$$k_{ру} = 1 + \frac{1,25 \times m}{E} \times \frac{D}{S} \times P_y$$

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.

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

где a - 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 , a , E , D , S , V_0 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):

$$Q_{ij} = k_{рj} \times A_i$$

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

где: $k_{рj}$, 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:

$$Q_{ij} = \frac{V_{сч\ ij}}{t_{ij}}$$

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 вычисляются по индикатору:

$$\delta_{1ij} = \frac{Q_{pij} - Q_{yij}}{Q_{yij}} \times 100\%$$

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

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 прибора 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 прибора по импульсному выходу;

S – шкала поверяемого прибора, м³/ч;

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

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

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

$t_{\text{имп}}$, 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 421457.014 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 421457.014 РЭ расходомера производится запись о его непригодности, а поверительное клеймо гасится.

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:

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

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

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

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

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

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

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

где: - $Q_{iy \text{ наиб}}, Q_{iy \text{ ср}}, Q_{iy \text{ наим}}$ - расход поверяемой

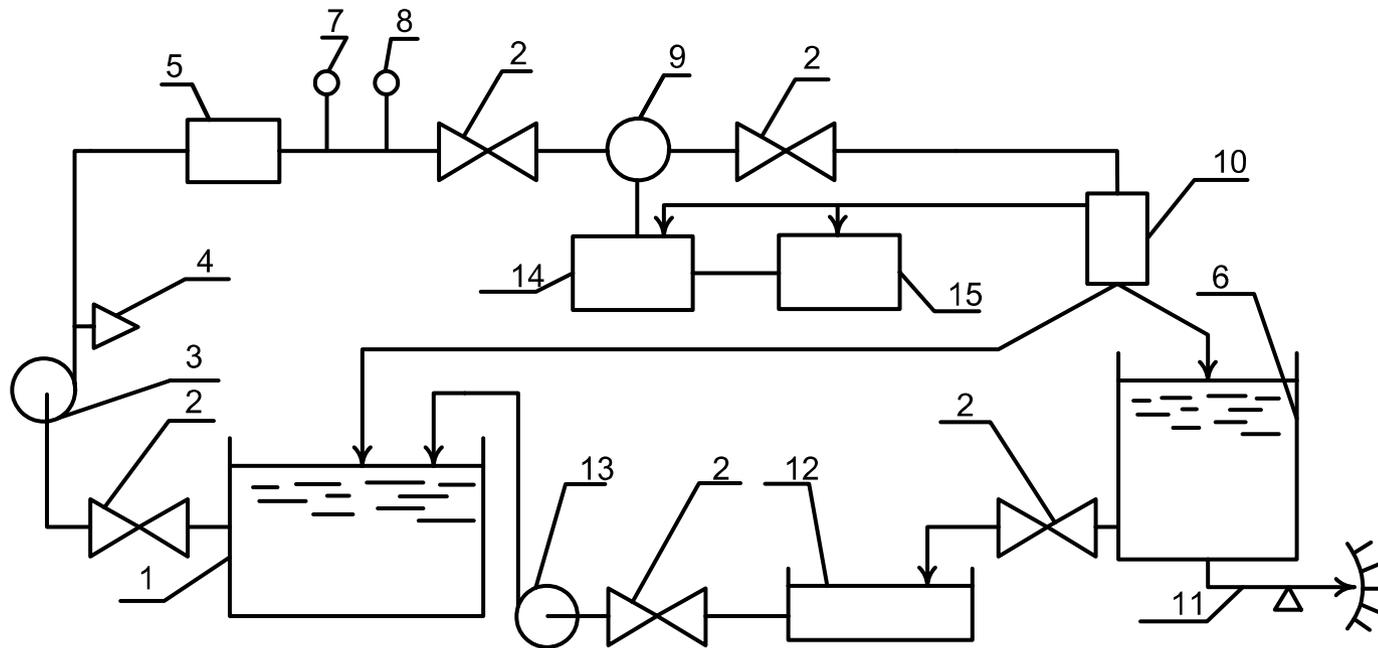
жидкости, по эталонному средству;

- $Q_{iизм\ наиб}$, $Q_{iизм\ ср}$, $Q_{iизм\ наим}$ - расход, измеренный градуируемым расходомером при i -ом измерении при наибольшем, среднем и наименьшем значениях расходов;

- K_i наиб, K_i ср, K_i наим - значения коэффициентов, полученные при i -тых измерениях на соответствующих расходах;

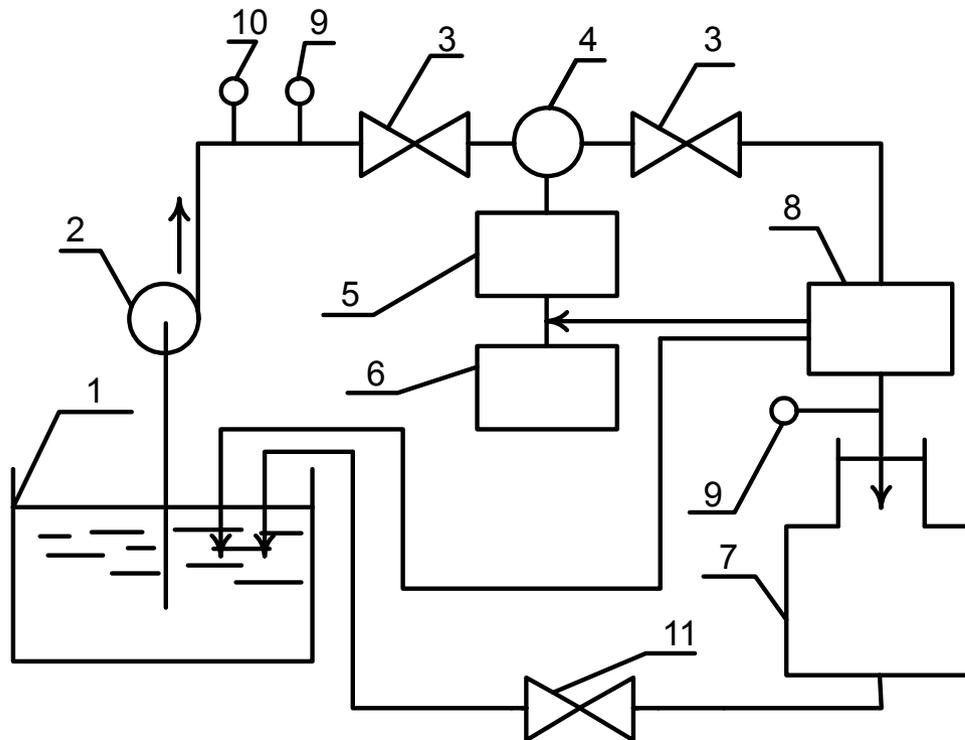
- $K_{наиб}$, $K_{ср}$, $K_{наим}$ - усредненные значения коэффициентов за n измерений.

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



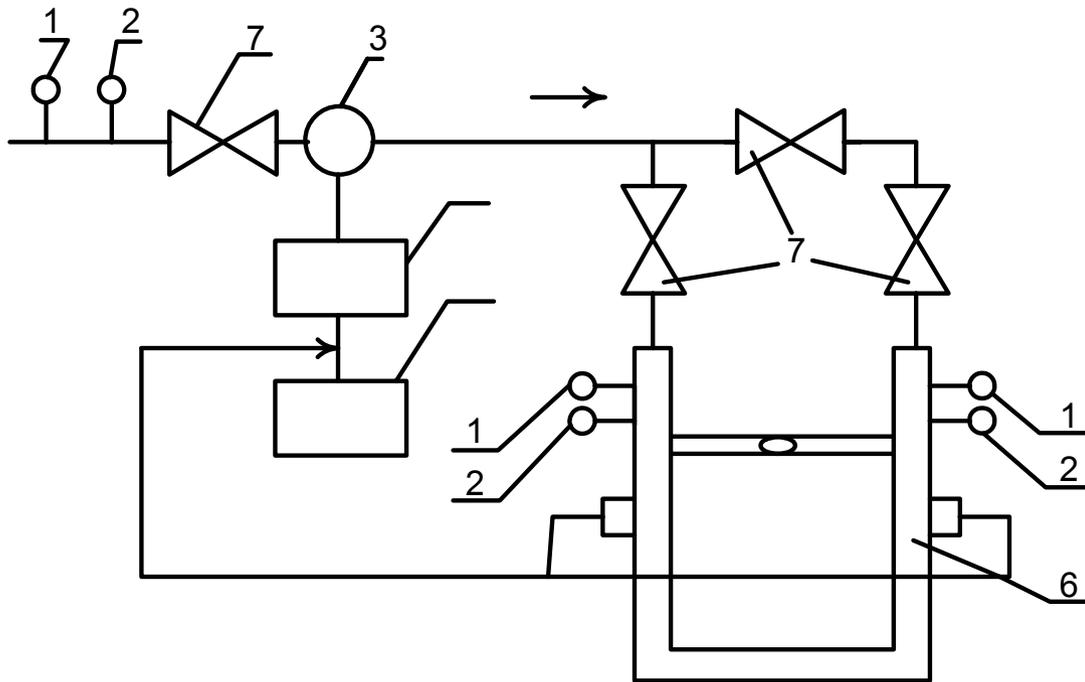
- | | | | | |
|--------------|--------------------|---------------|--------------------------|----------------|
| 1. Резервуар | 4. Расходомер | 7. Термометр | 10. Переключатель потока | 13. Насос |
| 2. Насос | 5. Частотомер | 8. Манометр | 11. Весы образцовые | 14. Частотомер |
| 3. Вентиль | 6. Рабочая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

Рисунок 2 - Схема поверки расходомера УРЖ2КМ на поверочной весовой установке



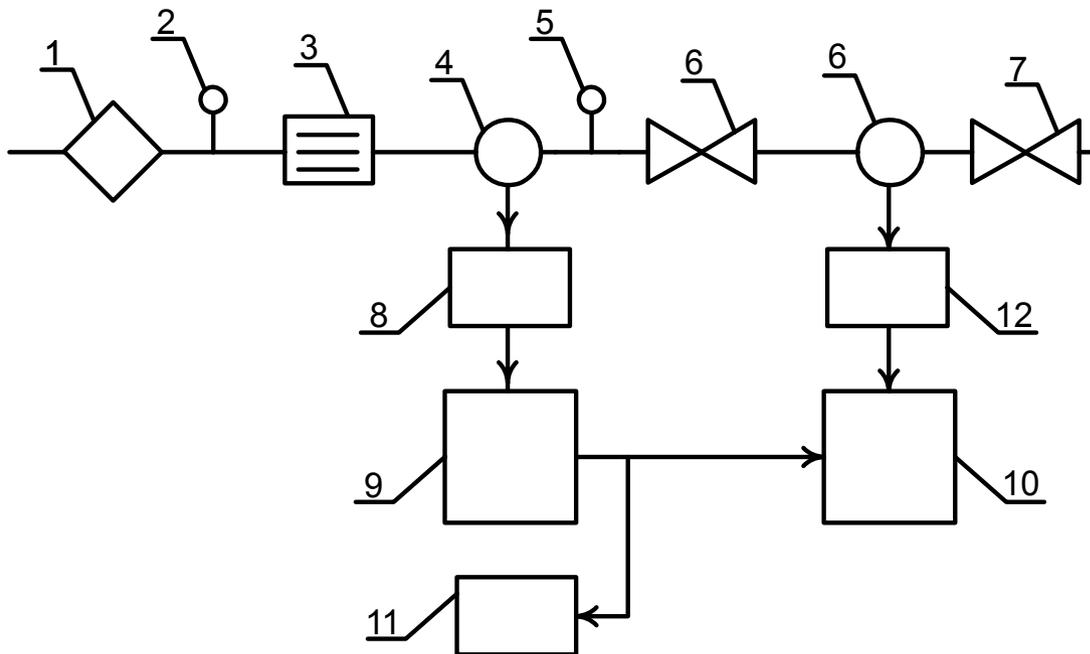
- | | | | |
|--------------|----------------------|-------------------------|--------------|
| 1. Резервуар | 4. Расходомер | 7. Образцовый мерник | 10. Манометр |
| 2. Насос | 5. Частотомер | 8. Переключатель потока | 11. Задвижка |
| 3. Вентиль | 6. Секундомер-таймер | 9. Термометр | |

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 счетчик | 7. Вентиль | 10. Частотомер |
| 2. Манометр | 5. Термометр | 8. Прибор образцового счетчика | 11. Секундомер-таймер |
| 3. Струевыпрямитель | 6. Расходомер | 9. Счетчик программный реверсный | 12. Сигнальный конвертер |

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

РЕКОМЕНДАЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Расходомеры жидкости ультразвуковые
двухканальные 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 выходу	
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)
DN >200	I	±1,0	±1,0	±1,5	±1,0
	II	±1,5	±1,5	±2,0	±1,5
	III	±2,0	±2,0	±2,5	±2,0

Примечания

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

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

$$I \quad Q_{наиб}/10 \leq Q \leq Q_{наиб}$$

$$II \quad Q_{перех} \leq Q < Q_{наиб}/10$$

$$III \quad Q_{наим} \leq Q < Q_{перех}$$

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.

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, 6.2.1	да	да	нет	да	да	да
2. Проверка правильности монтажа	6.1.2, 6.2.1	нет	нет	нет	да	да	да
3. Опробование	6.1.3, 6.2.1	да	да	нет	да	да	да
4. Проверка сопротивления и прочности изоляции	6.1.4 6.1.5	да	да	нет	нет	да	да
5. Определение погрешности ЭБ расходомера в режимах измерения - расхода и объема воды - времени прохождения ультразвука - времени работы	6.1.7, 6.2.4 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	6.1.8.1, 6.2.3	да	нет	нет	нет	да	нет
- внутреннего диаметра трубопровода	6.1.9.4, 6.2.3	нет	нет	нет	да	нет	да
- наружного диаметра трубопровода	6.1.9.1, 6.2.3	нет	нет	нет	да	нет	нет
- толщина стенки трубопровода	6.1.9.3	нет	нет	нет	да	нет	нет
- коэффициента коррекции - коэффициента гидродинамического	6.1.10, 6.1.11	да	нет	нет	да	да	да

- угла наклона акустического канала	6.1.8.3, 6.1.9.5	да	нет	нет	да	нет	нет
- расстояние между ПЭП	6.1.8.2, 6.1.9.6	да	нет	нет	да	нет	нет
Наименование операции	№ п.	Обязательность проведения операции					
		при первичной поверке				при периодической поверке	
		I этап		II этап			
		1	2	1	2	1	2
- смещение оси акустического канала	6.1.8.4, 6.1.9.2	да	нет	нет	да	нет	нет
- длины активной части акустической оси	6.1.9.3, 6.2.3	нет	нет	нет	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 приемодаточными испытаниями проводимыми представителями ОТК, и этапа II - с процессами измерений и монтажа расходомера, проводимыми представителями специнспекционной организации, 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 непересечения осей.

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

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 0,005Гц до 150МГц Для сигнала импульсной формы амплитудой 0,15÷10В. Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ 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 ГОСТ 868. 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 ГОСТ5378-88. Диапазон измерений: внутренних углов - от 40 до 180 °. наружных углов - от 0 до 360 °. Основная погрешность, не более 2`
6.1.6	Термометр метрологический стеклянный, цена деления 1°С, предел измерения 1-100 °С, ГОСТ 112-78
6.1.5	Мегаомметр М-1101 ГОСТ 23706-93 Диапазон измерений 0-1-500 МОм Класс 1.0
6.1.7	Секундомер СОСпр-2б-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±0,4)
- 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/см²);
- отсутствие вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу прибора;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей, кроме магнитного поля Земли, влияющих на работу прибора.

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 на поверяемый 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 вблизи 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 приборов.

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 421457.014 РЭ, Инструкция по монтажу ТЕСС.421457.004 ИМ).

Измерение длины прямого участка выполняется с помощью рулетки.

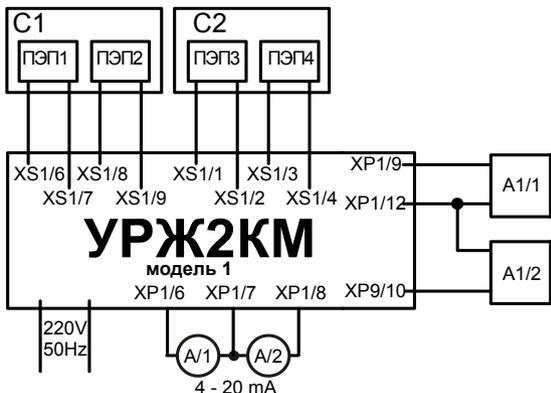
6.1.3 Опробование расходомера. При опробовании расходомера устанавливается его работоспособность в соответствии с указаниями эксплуатационной документации (Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.014 РЭ).

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».

На этапе II опробование расходомера проводится после завершения монтажа расходомера.

Включите в сеть 220 В 50 Гц поверяемый расходомер.

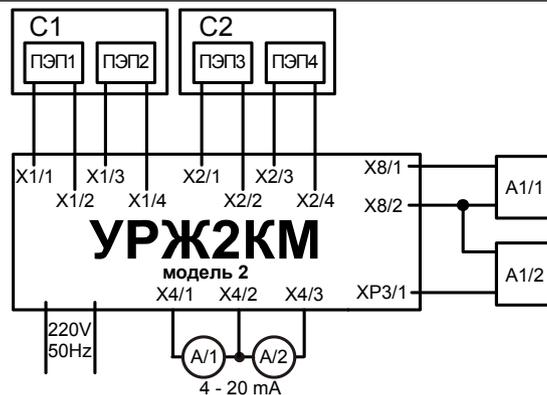
При исправной работе на лицевой панели расходомера должен засветиться зеленый светодиод “НОРМА”.



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 1б 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 Х1/1, Х1/2, Х1/3, Х1/4, Х2/1, Х2/2, Х2/3, Х2/4 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 испыта-

тельное напряжение снижают до нуля.

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.

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

Перейдите в режим программирования 1 Канала:

- нажмите кнопку " \Leftrightarrow ", затем, удерживая кнопку " \Leftrightarrow " в нажатом состоянии, нажмите кнопку "ВВОД";
- отпустите **последовательно** кнопки "ВВОД", " \Leftrightarrow " - должен установиться режим "11" (на индикаторе в крайнем левом положении появляется число <11>)
- кнопкой " \uparrow " введите режим "1" (на индикаторе в правом положении - <1>);
- запишите показания индикатора (время прохождения

ультразвуковых импульсов t_1);

- последовательно нажимая кнопку “ \hat{U} ”, введите под-режимы “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:

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

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

$$\delta_t = \frac{t_{cp} - t_{расч}}{t_{расч}} \quad (5)$$

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 DN 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 $Dn = 0,05$ м.

Таблица 5.

Диаметр, DN, мм	50	65	80	100	150	200
Шкала S, м ³ /ч	10,0	12,0	15,0	20,0	30,0	40,0
$3,3Q_{НАИМ}$, м ³ /ч	8,3	10,9	13,2	16,5	24,8	33

Диаметр, Ду, мм	200-400	400-600	600-800	800-3000
Шкала S, м ³ /ч	70,0	100,0	140,0	180,0
$3,3Q_{НАИМ}$, м ³ /ч	66	99	132	165

Таблица 6.

Точка диапазона	Δt , нс	Байты смещения вводимые в расходомер		
		A ₂	A ₁	A ₀
$3,3Q_{НАИМ}$	53,125	000	068	000

Установите режим программирования 1 Канала:

- нажмите кнопку “ \Rightarrow ”, затем, удерживая кнопку “ \Rightarrow ” в

- нажатом состоянии, нажмите кнопку “ВВОД” в момент появления на табло расходомера цифры “1” на знако-месте “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 421457.014 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 421457.014 РЭ на расходомер или УТ-12);
 - нажмите кнопку “ВВОД” - должен установиться режим “15”-отключение выходных сигналов при малых потоках;
 - 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;
- замерить 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 ± 0,5	20 ± 0,20
“16,6”	16,67±0,0332	6,66 0,066
“2”	2±0,004	4,33 ± 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 421457.014 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:

$$\delta_0 = \left(\frac{Q_0}{S} \right) \cdot 100\% \quad (6)$$

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 проверка 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 п. 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.

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

- кнопкой “ \leftrightarrow ” установите курсор (мигающая цифра) в крайнее правое положение;
- кнопкой “ \uparrow ” установите второй байт;
- запомните его значение;
- кнопкой “ \uparrow ” 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 вычитите 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 $Q_{\text{из}}$.

6.1.7.5 Перейдите в режим “11” программирования, считайте значения $t_1 - t_4$ по методике 6.1.6. Вычислите значение

$t_{\text{ср}}$, мкс, по формуле:

$$t_{\text{ср}} = 0,1(t_2 + t_4) + 1,52585 \cdot 10^{-6} \cdot (t_1 + t_3) - 1,3 - 0,01Lk \quad (7)$$

где Lk - полусумма длин соединительных кабелей, м.

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

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

где: Dn - диаметр из Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.014 РЭ на расходомер, м;

L - расстояние между торцами датчиков из Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.014 РЭ на расходомер, м;

$t_{\text{ср}}$ - значение из формулы (7);

6.1.7.6 Рассчитайте погрешность ЭБ по индикатору по формуле:

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

Определение погрешности импульсного выхода проводится следующим образом:

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

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

- вычислите погрешность при измерении расхода на

импульсным выходе δ_f по формуле:

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

где: δ_i и δ_f - погрешности ЭБ по индикатору и импульсному выходу соответственно;

Q - значение расхода при 100 Гц (устанавливается в режиме "8");

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:

$$\delta_i = \frac{S(I_{изм} - I_{min}) / (I_{мак} - I_{min})}{Q_{расч}} \times 100\%$$

где: S - установленное значение шкалы расхода м³/ч;

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

где: S - установленное значение шкалы расхода м³/ч;

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

Расходомер признается пригодным к эксплуатации, если погрешности δ_o , δ_p , δ_i не превышают значения $\pm 0,5\%$.

Значения δ_o , δ_p , δ_i 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 "↔" проведите автокоррекцию. Установите расход по методике п. 6.1.7.4. Рассчитайте Q_p по методике п. 6.1.7.5;

- нажмите кнопку "↑". ЭБ должен перейти в режим отображения накопленного объема;

- в момент смены значения младшего разряда индикатора объема включите секундомер и зафиксируйте начальное значение объема $V_{нач}$;

- через время не менее 400 сек. остановите секундомер в момент смены младшего разряда индикатора объема и зафиксируйте конечное значение объема $V_{кон}$;

- погрешность ЭБ в режиме измерения объема рассчитывают по формуле:

$$\delta_v = \frac{V_{кко} - V_{нна} - V_p}{V_p} \times 100\% \quad (12)$$

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

где: Q_p - значение расхода по формуле (8), м³/ч;

T_c - время по секундомеру, с.

Примечание:

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

Выполните операции пункта для 2 Канала.

6.1.7.8 Определение допустимой 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 т_{рас}, сек.:

$$t_{рас} = N_{округл} \cdot 100$$

Погрешность измерения рассчитывается по формуле:

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

Расходомер допускается к применению, если значение δ_i 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.

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

По каждому из направлений корпуса выполняют не менее

11 измерений.

Вычисляют среднеарифметическое значение внутреннего диаметра:

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

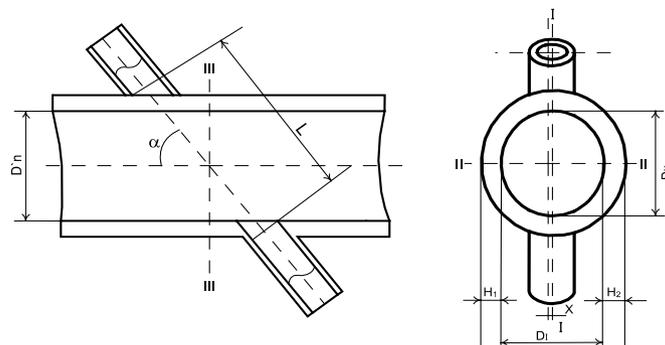


Рисунок 2. Схема измерения внутреннего диаметра трубопровода

Проверяют выполнение условия. 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:

$$|L_i - L| \leq 0,2 \text{ мм}$$

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 °С 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:

$$L = C_0 \cdot t_{cp} \cdot 10^{-6}$$

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:

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

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% DN, 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, м, 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:

$$0,49 \cdot Dn' \leq \chi' \leq 0,51 \cdot Dn' \quad (19)$$

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

Вычисляют среднеарифметическое значение толщины Н.

Результат вычисления х заносят в протокол.

6.1.8.5 Ввод данных измерений.

Значения S, Dn', Lk, K, A₂, A₁, A₀ (см.п.6.1.7.2) и L вводят в память.

Параметры L, K, Dn', Lk, α, χ, δt, ди, δ₁, δ_р, δv заносят в протокол поверки расходомера.

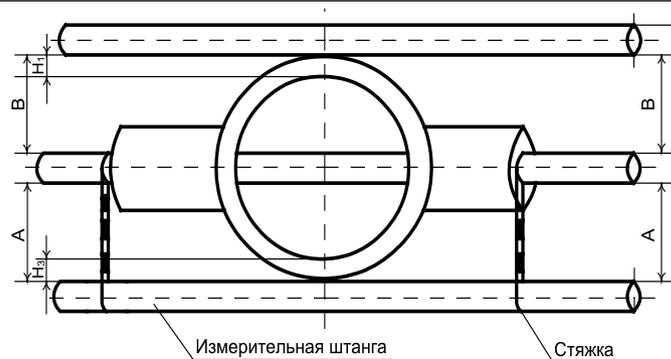
6.1.9 Измерение и определение линейно-угловых параметров трубопровода.

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.



H - толщина трубопровода

Рисунок 3. Эскиз к методике измерения смещения акустической оси трубопровода

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

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_н, м, и среднее значение наружного диаметра по формуле:

$$Dn_i = L_{ni} / 3.1416 \quad (21)$$

- 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 Нп (рисунок 4). При помощи измерительной штанги с фиксатором и штангенциркуля измерить расстояние Н¹¹ и Н¹² повторить измерение не менее 11 раз и вычислить среднее значение. Определить суммарную толщину стенки трубопровода и отложений Н_{п1} по формуле:

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

где D_{n1} - наружный диаметр трубопровода в сечении 1-1 из 6.1.9.1.

Повторить измерения и вычислить величину Н_{п2}:

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

Допускается производить измерения Н_{п1} и Н_{п2} на вырезанных образцах.

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

$$L_a = \frac{2}{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\chi^1 \cdot [(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) / 2 - \chi^1]} \quad (24)$$

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

(25)

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

(26)

$R_3 = 0,5 \cdot D_{n3} - H_{n1}$ - величина радиуса в вертикальной плоскости

$R_4 = 0,5 \cdot D_{n4} - H_{n2}$ - величина радиуса в вертикальной плоскости

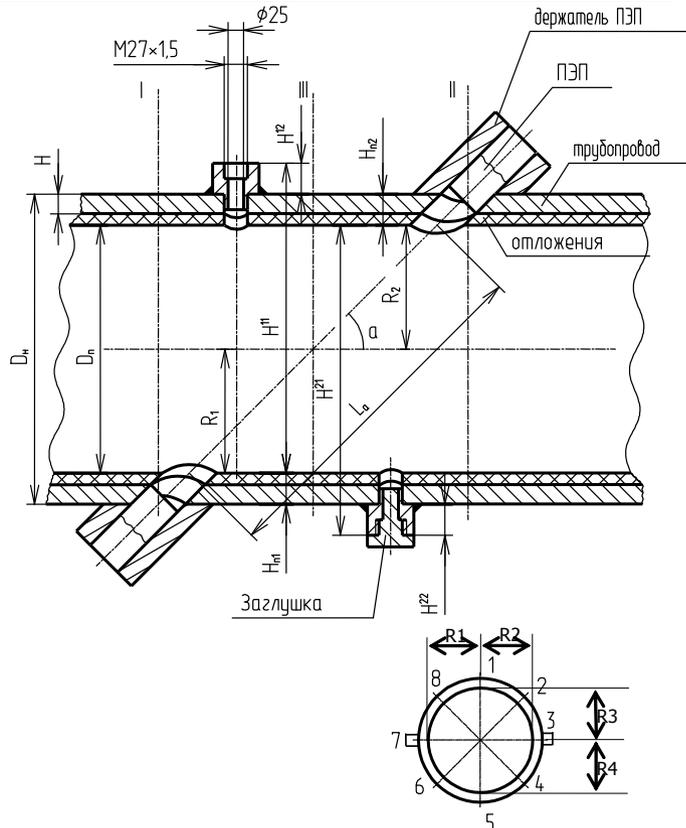


Рисунок 4 - Схема измерения суммарной толщины стенки трубопровода и отложений

$$\chi^1 = \chi + D_n / 2 \quad (27)$$

D_{H1} , D_{H2} - значения наружного диаметра трубопровода в сечениях I, II в горизонтальной плоскости трубопровода, измеренные в точках установки ПЭП (п. 7.2.1);

D_{H3} , D_{H4} - значения наружного диаметра трубопровода в сечениях IV, V – в вертикальной плоскости трубопровода, измеренные в точках установки ПЭП (п. 7.2.1);

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

χ - значение из п. 7.2.2;

D_n - рассчитывается по методике п. 7.2.4.

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:

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

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

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

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

Вычислить среднее значение внутреннего диаметра D_n :

$$D_n = (D_{n1} + D_{n2} + D_{n3} + D_{n4})/4 \quad (30)$$

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 $\alpha = (\alpha^1 + \alpha^4)/2$.

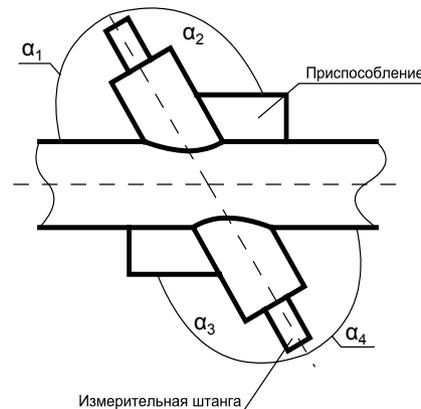


Рисунок 5 - Измерение угла наклона акустической оси

При этом должны выполняться условия:

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

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°C определите температуру воды на уровне установки ПЭП.

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:

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

где: C₀ - 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}:

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

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 L₁ с помощью штангенглубиномера или другого инструмента;
- вычислить среднее значение L₁. При этом должно выполняться условие |L₁₁-L₁| ≤ 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 L₂ от излучающей поверхности установленного ПЭП до посадочной поверхности другого ПЭП;
- вычислить среднее значение L₂. При этом должно выполняться условие |L₂₁-L₂| ≤ 0,2 мм
- вычислить размер L₃ по формуле :

$$L_3 = L_1 - L_2$$

- 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 L₂' для второго датчика;
- вычислить размер L₃' 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 риску местоположение гайки относительно держателя ПЭП. Заменить ПЭП, используя новую прокладку и затянуть гайку в соответствии с нанесенной ранее риску.

6.1.10 Определение коэффициента коррекции.

Внимание!

Программа автоматического расчета Kкор 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:

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

$$K_d = L_a / D_n \cdot \sin 45^\circ \quad (33)$$

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

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

α - фактически измеренный угол наклона;

L_a - 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.

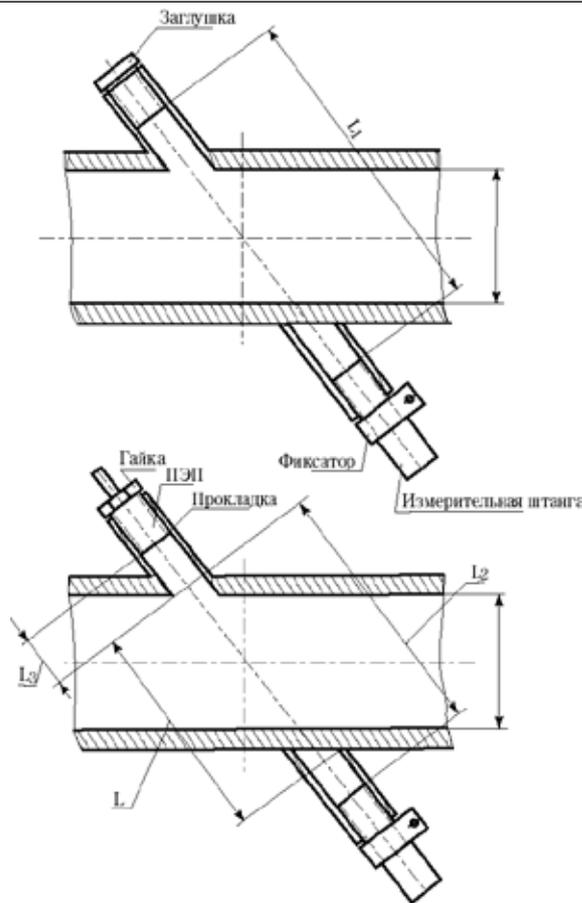


Рисунок 6 Измерение расстояния между ПЭП

Для этого приглашается поверитель. В его присутствии программируется новый Ккор для реальных условий и расходомер вводится в эксплуатацию без полной его поверки. Величина отложений определяется с помощью шупа, 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 $K_э$ для применяемых материала трубопровода и технологии его изготовления.

Таблица 9. Эквивалентная шероховатость трубопроводов.

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

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

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

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

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

t, °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	0,4031t	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									

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

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).

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

$$K_{гв} = 1,01 + 0,38 \cdot \lambda \quad (38)$$

где λ - коэффициент гидравлического трения.

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

Коэффициент гидравлического трения λ определяется расчетным путем.

Значение коэффициента λ вычисляют по формуле:

$$\lambda = 0,11 \cdot (68/Re_{max} + Kз/1000Dn)^{0,25} \quad (39)$$

где $Kз$ - значение эквивалентной шероховатости трубопровода определяется согласно таблице 9.

Результаты вычислений $K_{кор}$ заносят в Руководство по эксплуатации ТЕСС 421457.014 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 421457.014 РЭ.

Параметры $L, K, Dn, Lk, La, \alpha, \chi, Kэб, \delta t, \delta и, \delta_p, \delta_v$ заносят в протокол поверки расходомера.

Параметры $S, Dn, L, Lk, K, A_2, A_1, A_0$ (см. п. 6.1.7.2) программируются в расходомере.

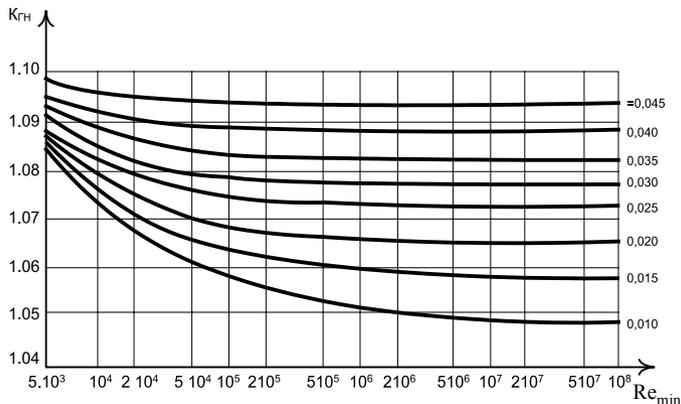


Рисунок 7

6.2 Измерение параметров трубопровода при врезке ПЭП по нижней и верхней хорде .

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

6.2.2 Смещения осей акустических каналов относительно центральной оси трубопровода $\chi_{ни}$ (по нижней хорде) и $\chi_{в}$ (по верхней хорде), определяются с помощью измерительной штанги, уровня, отвеса и штангенциркуля согласно Рисунка 8. Штангу пропускают через отверстия держателей ПЭП, обеспечивая скользящую посадку. Приложив уровень к нижней точке И трубопровода и, используя отвес, измеряют расстояние от точки С до уровня (линия 3) не менее 11 раз. Вычисляют среднеарифметическое значение размера χ_{NC} . Аналогично производятся замеры смещения точки Д, не менее 11 раз. Вычисляют среднеарифметическое значение размера χ_{ND} .

Смещение χ_{ND} определяют по формуле:

$$\chi_{N} = \frac{\chi_{NC} + \chi_{ND}}{2} \quad (40)$$

и вычисляется смещение акустической оси нижней хорды по формуле:

$$\chi_{ни} = Dn/2 - Hn - \chi_{N} \quad (41)$$

Аналогично вычисляется смещение акустической оси верхней хорды по формуле:

$$\chi_{в} = \frac{\chi_{NG} + \chi_{NE}}{2}$$

$$\chi_{в} = Dn/2 - Hn - \chi_{N}$$

где : Dn - наружный диаметр трубопровода;

Hn - толщина стенки трубопровода

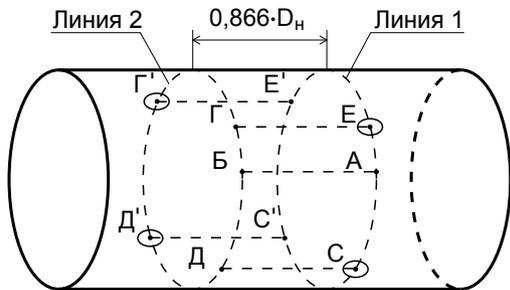


Рисунок 8 - Разметка трубопровода при врезке по хорде, вид сбоку

Проверяют выполнение условия:

$$0,245 D_n < \chi_n < 0,255 D_n, \quad (42)$$

6.2.3 Измерение угла наклона оси акустического канала α производят согласно п. 6.1.9.5.

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

$$L_a = \frac{D_n}{\sin \alpha} \sqrt{1 - \frac{4 \cdot \chi_n}{D_n^2}} \quad (43)$$

где: D_n - внутренний диаметр трубопровода, м;

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.

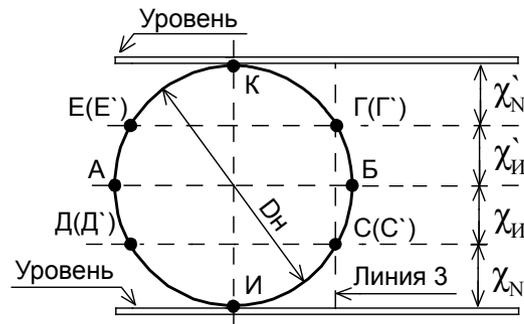


Рисунок 9 - Разметка трубопровода при врезке по хордам, вид с торца.

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

- гидродинамического коэффициента (K_r);
- коэффициента коррекции (K_k);
- программирования расходомера;
- длин прямых участков.

6.2.6 Значение коэффициента гидродинамического вычисляют по выражению:

$$K_r = 1,004 + \frac{\lg R_{emin} \cdot 10^{-4}}{D_n} \pm \Delta \chi \cdot 0,15 \quad (44)$$

$$\Delta X = \chi_n - 0,25 \cdot D_n,$$

где: - D_n - внутренний диаметр трубопровода, м;

- χ_n - измеренное значение смещения акустической оси относительно диаметра трубопровода, м;

- Re_{min} – число Рейнольдса минимальное, вычисляется по формуле (37)

6.2.7 Значение коэффициента коррекции вычисляют по формуле:

$$K_k = \frac{tg\alpha_{и}}{\sqrt{1 - \frac{4 \cdot \chi_{ид}}{Dn^2}}} \quad (45)$$

При этом коэффициент коррекции вычисляют по формуле:

$$K = (1/K_T) \cdot K_k \quad (46)$$

Внимание!

Программа автоматического расчета K_k размещена на сайте предприятия-изготовителя.

6.2.8 Программирование расходомера проводят согласно п. 2.1.2.3 “Руководства по эксплуатации ТЕСС 421457.015 РЭ”.

6.2.9 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”.

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

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

6.3 При расположении ПЭП на одной трубе по двум хордам значения расхода, объема жидкости и времени наработки вычисляют 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”;

- 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.

6.4 Периодическая поверка

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

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

6.4.3. Измерение параметров трубопровода.

В процессе периодической поверки возникает необходимость контроля изменения толщины отложений и, с учетом его, корректируют внутренний диаметр D_n .

6.4.4 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 Паспорте ТЕСС 421457.015ПС 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ Н (справочное)

Зависимость скорости распространения УЗС в воде от температуры при атмосферном давлении 0,101325 МПа, м/с

t, °C	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
8	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	1475,688
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
21	1485,341	1485,640	1485,937	1486,234	1486,530	1486,825	1487,119	1487,413	1487,705	1487,997
22	1488,288	1488,578	1488,868	1489,157	1489,445	1489,732	1490,018	1490,304	1490,588	1490,872
23	1491,155	1491,438	1491,719	1492,000	1492,280	1492,560	1492,838	1493,116	1493,393	1493,669
24	1493,944	1494,219	1494,493	1494,766	1495,038	1495,310	1495,580	1495,850	1496,120	1496,388
25	1496,656	1496,923	1497,189	1497,455	1497,719	1497,983	1498,247	1498,509	1498,771	1499,032
26	1499,292	1499,551	1499,810	1500,068	1500,325	1500,582	1500,837	1501,092	1501,347	1501,600
27	1501,853	1502,105	1502,356	1502,607	1502,857	1503,106	1503,354	1503,602	1503,849	1504,095
28	1504,341	1504,585	1504,830	1505,073	1505,315	1505,557	1505,799	1506,039	1506,279	1506,518
29	1506,756	1506,994	1507,231	1507,467	1507,702	1507,937	1508,171	1508,404	1508,637	1508,869
30	1509,100	1509,331	1509,561	1509,790	1510,018	1510,246	1510,473	1510,699	1510,925	1511,150
31	1511,374	1511,598	1511,821	1512,043	1512,264	1512,485	1512,705	1512,925	1513,144	1513,362
32	1513,579	1513,796	1514,012	1514,227	1514,442	1514,656	1514,869	1515,082	1515,294	1515,505

33	1515,716	1515,926	1516,135	1516,344	1516,552	1516,759	1516,966	1517,172	1517,377	1517,582
34	1517,786	1517,990	1518,192	1518,394	1518,596	1518,796	1518,996	1519,196	1519,395	1519,593
35	1519,790	1519,987	1520,183	1520,379	1520,574	1520,768	1520,961	1521,154	1521,347	1521,538
36	1521,729	1521,920	1522,109	1522,298	1522,487	1522,675	1522,862	1523,048	1523,234	1523,420
37	1523,604	1523,788	1523,972	1524,155	1524,337	1524,518	1524,699	1524,879	1525,059	1525,238
38	1525,416	1525,594	1525,771	1525,948	1526,124	1526,299	1526,474	1526,648	1526,821	1526,994
39	1527,166	1527,338	1527,509	1527,679	1527,849	1528,018	1528,186	1528,354	1528,522	1528,688
40	1528,855	1529,020	1529,185	1529,349	1529,513	1529,679	1529,839	1530,001	1530,162	1530,323
41	1530,483	1530,642	1530,801	1530,959	1531,117	1531,274	1531,431	1531,587	1531,742	1531,897
42	1532,051	1532,205	1532,358	1532,510	1532,662	1532,813	1532,964	1533,114	1533,264	1533,413
43	1533,561	1533,709	1533,856	1534,003	1534,149	1534,294	1534,439	1534,584	1534,727	1534,870
44	1535,013	1535,155	1535,297	1535,438	1535,578	1535,718	1535,857	1535,995	1536,134	1536,271
45	1536,408	1536,544	1536,680	1536,815	1536,950	1537,084	1537,218	1537,351	1537,483	1537,615
46	1537,747	1537,877	1538,008	1538,137	1538,266	1538,395	1538,523	1538,650	1538,777	1538,904
47	1539,030	1539,155	1539,280	1539,404	1539,527	1539,651	1539,773	1539,895	1540,017	1540,137
48	1540,258	1540,378	1540,497	1540,616	1540,734	1540,852	1540,969	1541,085	1541,202	1541,317
49	1541,432	1541,547	1541,661	1541,774	1541,887	1541,999	1542,111	1542,222	1542,333	1542,443
50	1542,553	1542,662	1542,771	1542,879	1542,987	1543,094	1543,200	1543,306	1543,412	1543,517
51	1543,621	1543,725	1543,829	1543,932	1544,034	1544,136	1544,237	1544,338	1544,439	1544,538
52	1544,638	1544,736	1544,835	1544,933	1545,030	1545,127	1545,223	1545,319	1545,414	1545,509
53	1545,603	1545,697	1545,790	1545,882	1545,975	1546,066	1546,158	1546,248	1546,338	1546,428
54	1546,517	1546,606	1546,694	1546,782	1546,869	1546,956	1547,042	1547,128	1547,213	1547,298
55	1547,382	1547,466	1547,549	1547,632	1547,714	1547,797	1547,877	1547,958	1548,038	1548,118
56	1548,197	1548,276	1548,355	1548,432	1548,510	1548,587	1548,663	1548,739	1548,815	1548,890
57	1548,964	1549,038	1549,112	1549,185	1549,257	1549,329	1549,401	1549,472	1549,543	1549,613
58	1549,688	1549,752	1549,821	1549,889	1549,957	1550,024	1550,091	1550,157	1550,223	1550,289
59	1550,354	1550,418	1550,482	1550,546	1550,609	1550,672	1550,734	1550,796	1550,857	1550,918
60	1550,978	1551,038	1551,098	1551,157	1551,215	1551,273	1551,331	1551,388	1551,444	1551,501
61	1551,556	1551,612	1551,666	1551,721	1551,775	1551,828	1551,881	1551,934	1551,986	1552,038
62	1552,089	1552,139	1552,190	1552,240	1552,289	1552,338	1552,386	1552,434	1552,482	1552,529
63	1552,576	1552,622	1552,668	1552,713	1552,758	1552,808	1552,847	1552,890	1552,934	1552,976
64	1553,019	1553,060	1553,102	1553,143	1553,183	1553,223	1553,263	1553,302	1553,341	1553,379
65	1553,417	1553,455	1553,492	1553,528	1553,564	1553,600	1553,635	1553,670	1553,705	1553,739
66	1553,772	1553,805	1553,838	1553,870	1553,902	1553,934	1553,965	1553,995	1554,025	1554,055
67	1554,084	1554,113	1554,142	1554,170	1554,197	1554,224	1554,251	1554,278	1554,303	1554,329
68	1554,354	1554,379	1554,403	1554,427	1554,450	1554,473	1554,495	1554,518	1554,539	1554,561
69	1554,582	1554,602	1554,622	1554,642	1554,661	1554,680	1554,698	1554,716	1554,734	1554,751
70	1554,768	1554,784	1554,800	1554,815	1554,831	1554,845	1554,860	1554,873	1554,887	1554,900
71	1554,913	1554,925	1554,937	1554,948	1554,959	1554,979	1554,989	1554,990	1554,999	1555,009
72	1555,017	1555,025	1555,033	1555,041	1555,048	1555,054	1555,061	1555,066	1555,072	1555,077

73	1555,082	1555,086	1555,090	1555,093	1555,096	1555,099	1555,101	1555,103	1555,105	1555,106
74	1555,106	1555,107	1555,107	1555,106	1555,105	1555,104	1555,102	1555,100	1555,098	1555,095
75	1555,092	1555,088	1555,084	1555,080	1555,075	1555,070	1555,065	1555,059	1555,053	1555,046
76	1555,039	1555,031	1555,024	1555,015	1555,007	1555,998	1554,989	1554,979	1554,969	1554,958
77	1555,947	1554,936	1554,925	1554,913	1554,900	1554,887	1554,874	1554,861	1554,847	1554,833
78	1555,818	1554,808	1554,788	1554,772	1554,756	1554,739	1554,722	1554,705	1554,688	1554,670
79	1555,651	1554,633	1554,613	1554,594	1554,574	1554,543	1554,533	1554,512	1554,491	1554,496
80	1555,447	1554,425	1554,402	1554,379	1554,356	1554,332	1554,307	1554,283	1554,258	1554,233
81	1555,207	1554,181	1554,154	1554,128	1554,100	1554,073	1554,045	1554,017	1554,988	1554,959
82	1555,930	1553,900	1553,870	1553,840	1553,809	1553,778	1553,747	1553,715	1553,683	1553,650
83	1553,617	1553,584	1553,551	1553,517	1553,482	1553,448	1553,413	1553,377	1553,342	1553,306
84	1553,269	1553,232	1553,195	1553,158	1553,120	1553,082	1553,043	1553,004	1552,965	1552,926
85	1552,886	1552,845	1552,805	1552,764	1552,723	1552,681	1552,639	1552,597	1552,554	1552,511
86	1552,468	1552,424	1552,380	1552,335	1552,291	1552,246	1552,200	1552,154	1552,108	1552,062
87	1552,015	1551,968	1551,920	1551,873	1551,824	1551,776	1551,727	1551,678	1551,628	1551,578
88	1551,528	1551,478	1551,427	1551,376	1551,324	1551,272	1551,220	1551,167	1551,115	1551,061
89	1551,008	1550,954	1550,900	1550,845	1550,790	1550,735	1550,679	1550,624	1550,567	1550,511
90	1550,454	1550,397	1550,339	1550,281	1550,223	1550,164	1550,106	1550,046	1549,987	1549,927
91	1549,867	1549,806	1549,745	1549,684	1549,623	1549,561	1549,499	1549,436	1549,374	1549,310
92	1549,247	1549,183	1549,119	1549,055	1548,990	1548,925	1548,859	1548,794	1548,728	1548,661
93	1548,595	1548,528	1548,460	1548,393	1548,325	1548,256	1548,188	1548,119	1548,049	1547,980
94	1547,910	1547,840	1547,769	1547,698	1547,627	1547,556	1547,484	1547,412	1547,339	1547,267
95	1547,193	1547,120	1547,046	1546,972	1546,898	1546,823	1546,748	1546,673	1546,597	1546,521
96	1546,445	1546,369	1546,292	1546,215	1546,137	1546,059	1545,981	1545,903	1545,824	1545,743
97	1545,666	1545,586	1545,506	1545,426	1545,345	1545,264	1545,183	1545,101	1545,019	1544,937
98	1544,855	1544,772	1544,689	1544,605	1544,522	1544,438	1544,353	1544,269	1544,184	1544,099
99	1544,013	1543,927	1543,841	1543,755	1543,668	1543,581	1543,493	1543,406	1543,318	1543,229
100	1543,141	1543,052	1542,963	1542,873	1542,783	1542,693	1542,603	1542,512	1542,421	1543,329

Вода. Скорость ультразвука при температурах 0 ... 100 °С и давлениях 0101325...100 МПа. ГСССД 117-88