

РАСХОДОМЕРЫ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

«ПРАМЕР-517»

Руководство по эксплуатации

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72	Казань (843)206-01-48	Новокузнецк (3843)20-46-81	Смоленск (4812)29-41-54
Астана +7(7172)727-132	Калининград (4012)72-03-81	Новосибирск (383)227-86-73	Сочи (862)225-72-31
Астрахань (8512)99-46-04	Калуга (4842)92-23-67	Омск (3812)21-46-40	Ставрополь (8652)20-65-13
Барнаул (3852)73-04-60	Кемерово (3842)65-04-62	Орел (4862)44-53-42	Сургут (3462)77-98-35
Белгород (4722)40-23-64	Киров (8332)68-02-04	Оренбург (3532)37-68-04	Тверь (4822)63-31-35
Брянск (4832)59-03-52	Краснодар (861)203-40-90	Пенза (8412)22-31-16	Томск (3822)98-41-53
Владивосток (423)249-28-31	Красноярск (391)204-63-61	Пермь (342)205-81-47	Тула (4872)74-02-29
Волгоград (844)278-03-48	Курск (4712)77-13-04	Ростов-на-Дону (863)308-18-15	Тюмень (3452)66-21-18
Вологда (8172)26-41-59	Липецк (4742)52-20-81	Рязань (4912)46-61-64	Ульяновск (8422)24-23-59
Воронеж (473)204-51-73	Магнитогорск (3519)55-03-13	Самара (846)206-03-16	Уфа (347)229-48-12
Екатеринбург (343)384-55-89	Москва (495)268-04-70	Санкт-Петербург (812)309-46-40	Хабаровск (4212)92-98-04
Иваново (4932)77-34-06	Мурманск (8152)59-64-93	Саратов (845)249-38-78	Челябинск (351)202-03-61
Ижевск (3412)26-03-58	Набережные Челны (8552)20-53-41	Севастополь (8692)22-31-93	Череповец (8202)49-02-64
Иркутск (395) 279-98-46	Нижний Новгород (831)429-08-12	Симферополь (3652)67-13-56	Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47

Казахстан (772)734-952-31

Таджикистан (992)427-82-92-69

Эл. почта: pvr@nt-rt.ru || Сайт: <http://promserv.nt-rt.ru/>

Содержание

Вводная часть.....	4
1 Описание и работа расходомеров.....	5
1.1 Назначение.....	5
1.2 Технические характеристики.....	6
1.3 Состав расходомеров.....	10
1.4 Конструкция составных частей расходомеров.....	11
1.5 Устройство и работа расходомеров.....	13
1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности.....	15
1.7 Маркировка и пломбирование.....	16
1.8 Упаковка.....	17
2 Использование по назначению.....	18
2.1 Эксплуатационные ограничения.....	18
2.2 Подготовка расходомеров к использованию.....	18
2.2.1 Меры безопасности.....	18
2.2.2 Входной контроль и осмотр рабочих мест.....	20
2.2.3 Указания о взаимосвязи расходомеров с другими изделиями.....	21
2.2.4 Монтаж, пуск и обкатка расходомеров.....	22
2.2.5 Сдача смонтированных расходомеров и гарантии изготовителя.....	25
2.3 Использование расходомеров.....	26
2.4 Демонтаж и действия в экстремальных условиях.....	27
3 Техническое обслуживание.....	28
3.1 Общие указания.....	28
3.2 Меры безопасности.....	28
3.3 Порядок технического обслуживания.....	29
3.4 Проверка работоспособности.....	29

4	Восстановление.....	30
4.1	Общие указания.....	30
4.2	Меры безопасности.....	30
4.3	Указания о порядке использования комплектов ЗИП.....	30
4.4	Поиск отказов, повреждений и их последствий.....	31
4.5	Устранение отказов, повреждений и их последствий.....	32
5	Хранение.....	34
6	Транспортирование.....	35
7	Сведения об утилизации.....	35
Приложение А	(справочное) Обозначения расходомеров и составных частей при заказе.....	36
Приложение Б	(обязательное) Описание передачи данных расходомером по протоколу Modbus.rtu с линией связи RS-485.....	37
Приложение В	(справочное) Габаритные и установочные размеры первичных преобразователей расхода ПП20.....	42
Приложение Г	(справочное) Габаритные и присоединительные размеры электронных блоков вторичных преобразователей расхода ИПВ-7.....	43
Приложение Д	(справочное) Расходомер «ПРАМЕР-517». Схема подключения электрическая.....	44
Приложение Ж	(обязательное) Ведомость одиночного комплекта ЗИП.....	45
Приложение И	(обязательное) Ведомость группового комплекта ЗИП.....	46
Приложение К	(справочное) Замена пьезопреобразователей первичного преобразователя расхода ПП20.....	47
Приложение Л	(справочное) Устройство и работа расходомеров.....	48
Приложение М	(справочное) Блок коммутаций. Внешний вид, органы управления, габаритные размеры и схема подключения.....	49
Приложение Н	(обязательное) Пломбирование расходомеров.....	50
Приложение П	(обязательное) Схема установки расходомера «ПРАМЕР-517».....	51
Приложение Р	(обязательное) Перечень регламентных работ.....	52

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для изучения расходомеров питательной воды «ПРАМЕР-517» (далее – расходомеров), содержит сведения о конструкции, принципе действия расходомеров, технических характеристиках, указания по монтажу, наладке, пуске, а также другие сведения, необходимые для полного использования технических возможностей расходомеров и для обеспечения правильной эксплуатации.

Расходомеры соответствуют правилам и документам Росатома в части эксплуатации и безопасности.

К работе с расходомерами допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на расходомеры и эксплуатационную документацию, имеющие классификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с ПОТ Р М-16, РД 153-34.0-03.150 «Правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

**Волгоград (844)278-03-48, Воронеж (473)204-51-73, Екатеринбург (343)384-55-89, Казань (843)206-01-48,
Краснодар (861)203-40-90, Красноярск (391)204-63-61, Москва (495)268-04-70, Нижний Новгород
(831)429-08-12, Самара (846)206-03-16, Санкт-Петербург (812)309-46-40, Саратов (845)249-38-78**

Единый адрес: prsv@nt-rt.ru

www.promserv.nt-rt.ru

1 Описание и работа расходомеров

1.1 Назначение

1.1.1 Расходомеры питательной воды «ПРАМЕР-517» предназначены для преобразования объемного расхода питательной воды в контуре атомных электростанций (далее – АЭС) в выходной электрический сигнал и представления информации на внешние устройства.

Примеры условного обозначения расходомеров и составных частей при заказе приведены в приложении А.

1.1.2 Параметры контролируемой среды:

- в рабочих условиях:

- рабочая среда – питательная вода, соответствующая требованиям СО 153-34.20.501, с содержанием растворенного кислорода не более 20 мкг/дм³;

- температура – от 0 до 260 °С (от 273 до 533 К);

- давление избыточное – не более 180 кгс/см² (18 МПа).

- при химической промывке:

- рабочая среда:

- этилендиаминтетрауксусная кислота – не более 250 г/дм³;

- гидразин-гидрат – не более 35 г/дм³, рН 10 – 11;

- продолжительность – не более 40 ч;

- температура – не более 165 °С (438 К);

- давление избыточное – не более 4,8 кгс/см² (0,48 МПа);

- при гидравлических испытаниях трубопровода:

- рабочая среда – питательная вода, соответствующая требованиям

СО 153-34.20.501, с содержанием растворенного кислорода не более 20 мкг/дм³;

- температура – не более 158 °С (431 К);

- давление избыточное – не более 240 кгс/см² (24 МПа)

1.1.3 Расходомеры предназначены для эксплуатации при следующих условиях окружающей среды:

- температура от плюс 5 до плюс 50 °С;

- относительная влажность до 98 % (при температуре плюс 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги);

- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

1.1.4 В соответствии с классификацией ГОСТ 25804.1 расходомеры относятся:

- по условиям эксплуатации – к классу 1 группы 1.1;

- по характеру применения – к категории Б;

- по числу уровней качества функционирования – к виду I.

1.1.5 Расходомеры выпускается по техническим условиям ТУ 4213-032-12560879-2012.

1.1.6 Расходомеры внесены в Государственный реестр средств измерения Российской Федерации под номером 53351-13.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Расходомеры соответствуют требованиям технических условий ТУ 4213-032-12560879-2012, комплекту конструкторской документации, ГОСТ 25804.1 – ГОСТ 25804.8, ГОСТ 29070, ГОСТ Р 50746, ПНАЭ Г-01-011, ПНАЭ Г-1-028, ПНАЭ Г-5-006, ПНАЭ Г-7-008.

1.2.2 Конструктивно расходомеры состоят из следующих составных частей:

- первичного преобразователя расхода ПП20 (далее – первичный преобразователь) – класс безопасности по ОПБ-88 – 3НЗ;
- вторичного преобразователя расхода ИПВ-7 (далее – вторичный преобразователь) – электронный блок с кабелем связи КС – класс безопасности по ОПБ-88 – 4Н.

1.2.3 Диаметр условного прохода (Ду) расходомеров – 200 мм.

1.2.4 Первичные преобразователи расходомеров прочны и плотны при давлении до 240 кгс/см² (24 МПа) и температуре не более 158 °С (431 К), а также при давлении до 180 кгс/см² (18 МПа) и температуре не более 260 °С (533 К).

1.2.5 Расходомеры сохраняют работоспособность при следующих режимах:

- установившийся режим с рабочей температурой среды $T_{\text{раб.1}} = 260 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (533К) и рабочим давлением $P_{\text{раб.1}} = 180 \text{ кгс/см}^2$ (18 МПа);
- установившийся режим с рабочей температурой среды $T_{\text{раб.2}} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (433 К) и рабочим давлением $P_{\text{раб.1}} = 180 \text{ кгс/см}^2$ (18 МПа);
- установившийся режим при остановленной циркуляции и полном заполнении проточной полости первичного преобразователя средой с рабочей температурой в пределах от плюс 145 до плюс 160 °С (от 418 до 433 К) и рабочим давлением в пределах от 6 до 240 кгс/см² (от 0,6 до 24,0 МПа);
- переходные режимы, возникающие при переходах от одного установившегося режима к другому.

Скорости изменения рабочих температур и давлений в циклах смены режимов не должны превышать 10 °С/мин и 100 (кгс/см²)/мин соответственно.

1.2.6 Расходомеры имеют следующие выходные сигналы:

- линейно-изменяющийся постоянный ток (4 – 20) мА;
- цифровой эквивалент объемного расхода в м³/ч по интерфейсу RS-485 с протоколом информационного обмена Modbus.rtu.

1.2.7 Минимальный (Q_{min}) и наибольший (Q_{max}) значения преобразуемых объемных расходов в выходной электрический сигнал постоянного тока 20 и 400 м³/ч соответственно.

1.2.8 Расходомеры обеспечивают преобразование объемного расхода Q в м³/ч в унифицированный сигнал постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА по следующей номинальной статической характеристике:

$$I = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{Q_{\text{max}} - Q_0} \cdot (Q - Q_0) + I_{\text{min}}, \quad (1)$$

где I – значение тока в мА на выходе электронного блока вторичного преобразователя, соответствующее текущему значению расхода Q ;

I_{max} – максимальное значение тока в мА на выходе вторичного преобразователя, соответствующее максимальному значению расхода Q_{max} ;

I_{min} – минимальное значение тока в мА на выходе вторичного преобразователя, соответствующее нулевому значению расхода $Q_0 = 0$.

1.2.9 Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования объемного расхода в выходной электрический сигнал постоянного тока расходомеров не превышают, %:

- при первичной поверке:

- от 20 до 270 м³/ч - ± 1,0;

- от 270 до 400 м³/ч - ± 0,5;

- при периодической поверке:

- от 20 до 400 м³/ч - ± 1,0.

1.2.10 Значение порога чувствительности расходомеров не более 20 м³/ч.

1.2.11 Электрическое питание расходомеров осуществляется от сети переменного тока напряжением от 187 до 242 В частотой (50±1) Гц.

1.2.12 Потребляемая расходомером мощность электроэнергии – не более 6 ВА.

1.2.13 Аналоговый выходной электрический сигнал постоянного тока в диапазоне (4 – 20) мА устойчив при сопротивлениях нагрузки до 500 Ом.

1.2.14 Время нарастания выходных сигналов расходомеров, измеренное по уровням 5 и 95 %, не превышает 10 с.

1.2.15 Цифровой эквивалент расхода выводится в локальную сеть с протоколом Modbus.rtu и линией связи RS-485 по запросу сетевого контроллера.

Описание полей кадра ответа расходомера по протоколу Modbus.rtu с линией связи RS-485 приведено в приложении Б.

1.2.16 В расходомерах предусмотрен программно-аппаратный контроль (техническая диагностика), обеспечивающий установление факта отказа и его местонахождение с точностью до одного составного изделия.

Установлены два вида программно-аппаратного контроля:

- в виде световой сигнализации;

- в виде вывода сообщений на монитор по каналу интерфейса RS-485.

Сигнализация отказа первичного преобразователя осуществляется прерывистым свечением (с частотой приблизительно 1 Гц) светодиода на лицевой панели электронного блока вторичного преобразователя ИПВ-7, промаркированного символами «ПП», а отказ вторичного преобразователя расхода ИПВ-7 – прерывистым свечением (с частотой приблизительно 1 Гц) светодиода, промаркированного символами «ВП». Постоянное свечение светодиодов, промаркированных символами «ПП» и «ВП», сигнализирует об исправном состоянии первичного и вторичного преобразователей, соответственно.

Контроль исправности ИПВ-7 обеспечивается считыванием и контролем по протоколу Modbus.rtu по линии связи RS-485 совместно с цифровым эквивалентом расхода питательной воды идентификационных данных программного обеспечения (далее - ПО):

- наименования ПО;
- идентификационного наименования ПО;
- номера версии ПО;
- контрольной суммы исполняемого кода.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню С в соответствии с МИ 3286.

1.2.17 Изоляция электрических цепей электронного блока вторичного преобразователя выдерживает без пробоя действие испытательного напряжения в соответствии с ГОСТ 29075.

1.2.18 Электрическое сопротивление изоляции цепей питания, контроля и выходных сигналов относительно корпуса и между собой электронного блока вторичного преобразователя:

- при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 % не менее 20 МОм;
- при температуре окружающего воздуха плюс 50 °С не менее 5 МОм;
- при относительной влажности 98 % не менее 1 МОм.

1.2.19 Минимально допустимая длина прямолинейного участка трубопровода до первичных преобразователей должна быть не менее 10·Ду. Длина прямолинейного участка после первичных преобразователей не регламентируется.

1.2.20 Расходомеры устойчивы к изменению температуры окружающего воздуха в диапазоне температур от плюс 5 до плюс 50 °С.

1.2.21 Расходомеры устойчивы к воздействию влажности окружающего воздуха до 98 % при температуре плюс 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги.

1.2.22 Расходомеры соответствуют I категории сейсмостойкости по НП-031.

1.2.23 Расходомеры устойчивы к воздействию атмосферного давления по группе P1 в соответствии с ГОСТ 29075.

1.2.24 По устойчивости к механическим воздействиям расходомеры соответствуют группе исполнения L1 по ГОСТ Р 52931.

1.2.25 Составные части расходомеров имеют степень защиты от проникновения внешних твердых предметов IP40 по ГОСТ 14254.

1.2.26 Расходомеры соответствуют требованиям электромагнитной совместимости в условиях электромагнитной обстановки средней жесткости по группе исполнения II и качеству функционирования В по ГОСТ Р 50746.

1.2.27 Расходомеры в транспортной таре сохраняют прочность к воздействию транспортной тряски или воздействию механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением до 150 м/с^2 (15 g) при длительности действия ударного ускорения (10 – 15) мс по ГОСТ 25804.7.

1.2.28 Расходомеры в транспортной таре выдерживают воздействие пониженной (минус 50 °С) и повышенной (плюс 50 °С) температуры.

1.2.29 Расходомеры в транспортной таре влагопрочны при воздействии повышенной влажности воздуха до 98 % при температуре плюс 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги.

1.2.30 Необратимые потери давления на первичных преобразователях при верхнем пределе диапазона измерения расходов не превышают 0,3 кгс/см² (0,03 МПа).

1.2.31 Габаритные и установочные размеры первичных и электронных блоков вторичных преобразователей, входящих в состав расходомеров, приведены в приложениях В и Г соответственно, схемы подключения электрические – в приложении Д.

1.2.32 Требования по надежности

1.2.32.1 Расходомеры относятся к восстанавливаемым, неремонтируемым, одноканальным и многофункциональным изделиям.

1.2.32.2 Период непрерывной работы расходомера – 17500 ч.

В указанный период работоспособность расходомеров обеспечивается без специального обслуживания. Демонтаж первичного преобразователя из трубопроводной магистрали и ее разгерметизация не допускаются.

1.2.32.3 Вероятность безотказной работы расходомеров составляет 0,96 за 17500 ч.

1.2.32.4 Средняя наработка первичных преобразователей на отказ T_0 не менее 50000 ч.

Критерий отказа – механические поломки, влияющие на работоспособность, нарушение прочности корпусов первичных преобразователей и выход метрологических характеристик за пределы нормированных значений.

1.2.32.5 Срок службы расходомеров – 12 лет без ограничения ресурса ($\gamma=95\%$) в течение указанного срока.

Для обеспечения срока службы допускается замена отдельных узлов (изделий), вышедших из строя при эксплуатации, из состава одиночного (группового) комплекта ЗИП силами обслуживающего персонала без разгерметизации контура.

1.2.32.6 Среднее время восстановления расходомеров T_B при выполнении работ п. 1.2.32.5 – не более 1 ч (без учета времени на подготовительные работы).

1.2.33 Массы первичного преобразователя расхода ПП20, вторичного преобразователя расхода ИПВ-7 и кабеля связи КС не превышают 120, 1,4 и 4,0 кг соответственно.

1.2.34 Межповерочный интервал - 1 год.

1.2.35 Резонансная частота пьезопреобразователей в составе первичного преобразователя расхода ПП20 (1,05 – 1,25) МГц.

1.3 Состав расходомеров

1.3.1 Комплект поставки расходомера указан в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Расходомер питательной воды в составе:	ПРАМЕР-517	1 шт.	Согласно заказу
Первичный преобразователь	ПП20	1 шт.	
Вторичный преобразователь расхода	ИПВ-7	1 шт.	Специфицируется сетевой номер
Одиночный комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей (ЗИП) согласно ведомости ЦПП22-0.00.00 ЗИ1	ЦПП22-4.00.00	1 компл.	При поставке одного расходомера
Групповой комплект ЗИП согласно ведомости ЦПП22-0.00.00 ЗИ2	ЦПП22-5.00.00	1 компл.	При поставке более одного расходомера
Ведомость эксплуатационных документов	ЦПП22-0.00.00 ВЭ	1 шт.	–
Формуляр	4213-032-12560879 ФО	1 шт.	–
Руководство по эксплуатации (РЭ)	4213-032-12560879 РЭ	1 шт.	–
Паспорт на первичный преобразователь	4213-032-12560879 ПС1	1 шт.	–
Паспорт на вторичный преобразователь	4213-032-12560879 ПС2	1 шт.	–
ГСИ. Расходомеры питательной воды «ПРАМЕР-517». Методика поверки	4213-032-12560879 МП	1 шт.	По заказу
Транспортно-монтажный комплект	ЦПП22-6.00.00	1 компл.	На один ПП20
Комплект монтажных частей	ЦПП22-12.00.00	1 компл.	–

1.3.2 Расходомеры поставляются с одиночным комплектом ЗИП согласно приложению Ж.

1.3.3 Партия расходомеров из шести штук поставляется с групповым комплектом ЗИП согласно приложению И.

1.4 Конструкция составных частей расходомеров

1.4.1 Первичный преобразователь предназначен для обеспечения преобразования осредненной скорости потока V_0 рабочей среды в интервалы времени распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) в направлении потока и против него, t_1 и t_2 , соответственно.

Измерение и обработка интервалов времени в соответствии с установленным алгоритмом производится микроконтроллером электронного блока вторичного преобразователя.

1.4.2 Первичный преобразователь присоединяется к трубопроводу контура на сварке и не подлежит демонтажу в течение всего срока эксплуатации.

1.4.3 Материал корпуса и деталей первичного преобразователя – поковка из стали 15ГС, группа II, категория А по ОСТ 108.030.113. Соединение с трубопроводом – сварное, с разделкой под сварку с трубой 219×16, тип шва 1-24-2 (С-24-2) в соответствии с ПНАЭ Г-7-009. Правила контроля всех сварных швов первичного преобразователя по ПНАЭ Г-7-010.

1.4.4 В состав первичного преобразователя входят следующие основные узлы и детали:

- корпус;
- два волновода;
- два съемных пьезопреобразователя;
- два скошенных отражателя;
- два плоских отражателя;
- бобышка для заземления корпуса;
- два алюминиевых радиатора;
- скоба для крепления радиаторов к покровному слою теплоизоляции.

1.4.5 В корпусе организована проточная полость, а также установлены волноводы и отражатели для формирования траектории УЗК. На корпусе установлена бобышка для заземления первичного преобразователя.

1.4.6 Волноводы предназначены для теплового отделения пьезоактивного материала пьезопреобразователей от воздействия высокотемпературной контролируемой среды, находящейся под высоким давлением, а также для неискаженной доставки импульсов УЗК через слой теплоизоляционной конструкции в проточную полость корпуса с рабочей средой. На волноводах имеются технологические отверстия Ø 1 мм (приложение В). Угловое положение отверстий по оси волноводов не регламентировано.

1.4.7 Торцы волноводов в месте контакта с пьезопреобразователями дополнительно охлаждаются с помощью алюминиевых радиаторов, что позволяет стабилизировать работу пьезопреобразователей и предотвратить высыхание акустической смазки.

Тепловой контакт радиаторов с волноводами осуществляется через слой той же смазки, которая обладает повышенной стойкостью к температуре и теплопроводностью.

1.4.8 Ориентация лучей УЗК в проточной полости осуществляется с помощью скошенных ОС1 и ОС2 и плоских ОП1 и ОП2 отражателей, располагаемых в плоскостях поперечного сечения.

1.4.9 Отражатели и волноводы присоединяются к корпусу на сварке после предварительной юстировки их пространственного положения.

1.4.10 Конструкция пьезопреобразователей – съемная, позволяющая производить замену при эксплуатации, приведена на рисунке К.1 приложения К.

1.4.11 Назначение пьезопреобразователей – генерация и прием УЗК.

В состав каждого пьезопреобразователя входят следующие изделия:

- стакан с протектором, представляющий собой цельную конструкцию;
- пьезоблок с демпфером из компаунда и наполнителя;
- слой акустической смазки, улучшающий прохождение УЗК через протектор;
- набор тарельчатых пружин с прижимной гайкой для компенсаций тепловых расширений;
- согласующий дроссель для кондиционирования сигнала;
- байонетная розетка СР-50-74Ф для электрического подключения;
- накидная гайка для установки пьезопреобразователя на волновод;
- кольцо уплотнительное для герметизации разъема.

1.4.12 Электронный блок вторичного преобразователя предназначен для измерений временных интервалов, вычислений объемного расхода в рабочем режиме и по алгоритмам имитации расхода, а также преобразования расхода в токовый и цифровой сигналы.

1.4.13 Конструктивно электронный блок вторичного преобразователя выполнен в немагнитном металлическом корпусе из алюминиевого материала, имеющего два крепежных элемента для установки на стену.

Корпус состоит из основания и съемной крышки с лицевой панелью. В основании корпуса крепится плата печатного монтажа, а на его боковых поверхностях снаружи укреплены следующие изделия:

- гнездо заземления;
- сетевой фильтр для подключения электропитания;
- гнездо с навинчивающейся заглушкой, в которое установлен держатель предохранителя;
- контрольный разъем с опломбированной заглушкой;
- разъем для подключения кабеля связи;
- разъем для подключения к цепям выходных сигналов (4 – 20) мА и RS-485.

При транспортировании, хранении и установке электронного блока на кабельный и выходной разъемы устанавливаются транспортные заглушки.

1.4.14 Для выполнения требований электромагнитной совместимости электропитание вторичного преобразователя осуществляется через сетевой фильтр синфазных помех.

1.4.15 Для передачи возбуждающих и приемных ультразвуковых (УЗ) сигналов от первичного преобразователя к электронному блоку применяется кабель связи КС.

1.4.16 Конструктивно кабель связи состоит из двух механически объединенных в жгут отрезков коаксиального кабеля с фторопластовой изоляцией. Со стороны подключения к электронному блоку отрезки разделаны на один разъем, а со стороны первичного преобразователя каждый отрезок кабеля разделан на байонетный (быстросъемный) разъем для подключения к розеткам пьезопреобразователей. Длина участка, на которой отрезки не объединены, составляет приблизительно 0,5 м и фиксируется разветвителем.

Для герметизации байонетных разъемов после установки их на пьезопреобразователи предусмотрены два защитных кожуха с четырьмя невыпадающими винтами М4 для крепления и резиновые уплотнительные кольца.

Для предохранения от силовых воздействий, а также с целью экранирования от электромагнитных помех поверх кабеля связи надета медная плетенка.

При транспортировании и хранении на защитные кожухи кабеля связи устанавливаются транспортные заглушки.

1.5 Устройство и работа расходомеров

1.5.1 В основе работы расходомеров лежит ультразвуковой, времяпролетный метод, использующий зондирование в направлении потока контролируемой среды и против него.

1.5.2 По виду взаимодействия с измеряемой средой расходомеры классифицируются как прямоточные, с использованием многократных отражений УЗК.

1.5.3 Зондирование УЗ импульсными колебаниями осуществляется с помощью двух обратимых, приемопередающих пьезопреобразователей, двух скошенных отражателей и двух плоских отражателей по пространственной «зигзагообразной» траектории. Вид «зигзагообразной» траектории в проточной полости приведен на рисунке Л.1 приложения Л.

1.5.4 Объемный расход питательной воды в м³/ч в расходомере определяется в соответствии с функцией преобразования:

$$Q = 2826 \cdot D^2 \cdot V_0 = 2826 \cdot D^2 \cdot K_p^T \cdot K_c \cdot \frac{\Delta t}{t_1 \cdot t_2} \cdot \frac{L^2}{2L'}, \quad (2)$$

где D – номинальный диаметр проточной полости;

V_0 – осредненная скорость потока;

K_p^T – коэффициенты коррекции, компенсирующие расширение корпуса первичного преобразователя от воздействия давления и температуры в режимах п. 1.2.5;

K_c – гидродинамический коэффициент;

t_1 – жидкостная задержка при УЗ зондировании по потоку;

t_2 – жидкостная задержка при УЗ зондировании против потока;

$\Delta t = t_1 - t_2$ – разностный интервал времени;

L – длина акустической базы;

L' – проекция L на ось потока.

1.5.5 Значения коэффициентов K_p^T , установленные в процессе настройки, вводятся в электрически программируемую постоянную память микроконтроллера электронного блока вторичного преобразователя и записываются в паспорт вторичного преобразователя расхода ИПВ-7. При температуре 20 °С и давлении в пределах (0,1 – 0,5) МПа коэффициент коррекции $K_{0,1}^{20}$ принимается равным 1.

1.5.6 Для распознавания рабочих режимов, а также автоматической коррекции имитационных разностных временных интервалов Δt_1 и Δt_2 в имитируемых точках расхода при периодической поверке в расходомере дополнительно предусмотрено непрерывное измерение скорости звука.

Функция преобразования по данному параметру имеет вид:

$$c = \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right) \cdot \frac{L}{2}, \quad (3)$$

где t_1 , t_2 и L – тоже, что в формуле (2).

Данная функция преобразования требует только вычислений, поскольку интервалы времени t_1 и t_2 измеряются в непрерывном режиме.

1.5.7 Измерение расхода осуществляется в циклах, чередование которых непрерывное. Два смежных такта зондирования по потоку и против него составляют цикл зондирования, который задается микропроцессором электронного блока вторичного преобразователя расхода расходомера.

1.5.8 Измеренные интервалы времени распространения УЗК по потоку t_1 и против потока t_2 заносятся в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) микроконтроллера. Микроконтроллер определяет разностный интервал времени $\Delta t = t_1 - t_2$ и рассчитывает объемный расход Q и скорость звука c в соответствии с формулами (2) и (3) соответственно.

Геометрические параметры, коэффициенты коррекции и гидродинамический коэффициент считываются из памяти микроконтроллера расходомера.

1.5.9 Значение объемного расхода Q преобразуется микроконтроллером электронного блока вторичного преобразователя расхода в унифицированный сигнал постоянного тока, пропорциональный объемному расходу в соответствии с формулой 1, и цифровой эквивалент объемного расхода по интерфейсу RS-485.

1.6 Средства измерений, инструмент и принадлежности

1.6.1 При выполнении работ по подготовке расходомера к использованию, техническому обслуживанию и восстановлению основные средства измерений, инструмент и принадлежности приведены в методике поверки 4213-032-12560879 МП за исключением перечисленных ниже.

1.6.2 Блок коммутаций, используемый при периодических поверках, поставляется с каждым расходомером (или группой расходомеров). Место расположения – ящик одиночного (группового) комплекта ЗИП.

Конструктивно блок коммутаций включает в себя корпус и кабель с разъемами для подключения к контрольному разъему электронного блока вторичного преобразователя расхода.

На съемной крышке корпуса расположены три микротумблера для набора кода, поступающего на вход микроконтроллера электронного блока. Для ориентирования оператора на крышке указаны осведомительные надписи. Внешний вид, органы управления и габаритные размеры блока коммутаций приведены на рисунке М.1 приложения М.

Электрические соединения блока коммутаций выполнены навесным монтажом.

1.6.3 Запасные плавкие вставки ВП1-1-1 250 В (3 шт.) для предохранителя электронного блока, а также упаковка жидкости ПФМС-4 ГОСТ 15866 объемом 50 мл, используемая при замене пьезопреобразователей в ходе работ по восстановлению, размещены в ящике комплекта ЗИП.

1.6.4 В комплект поставки (комплект монтажных частей) входят также следующие принадлежности:

- маркировочная табличка для крепления на покровный слой теплоизоляционной конструкции первичного преобразователя расхода;
- набор шурупов с дюбелями (3 шт.) для крепления электронного блока вторичного преобразователя;
- набор самонарезающих винтов (9 шт.) для крепления скобы радиаторов первичного преобразователя и таблички к покровному слою теплоизоляционной конструкции;
- розетка сетевая АС-102/К2417;
- ответный разъем для выходных сигналов – розетка кабельная 2РМ14КПЭ4Г1В1;
- вставка плавкая ВП1-1-1 250 В (3 шт.).

1.6.5 Для выполнения такелажных и монтажных работ на месте эксплуатации используется транспортно-монтажный комплект, устанавливаемый при поставке на первичный преобразователь и включающий в себя защитный кожух, заглушки, стяжки и ложементы с отверстиями диаметром 40 мм для крепления чалочных приспособлений (рисунок В.2 приложения В).

Место расположения – транспортная тара.

1.7 Маркировка и пломбирование

1.7.1 После монтажа первичного преобразователя на покровный слой теплоизоляции крепят маркировочную табличку (шильдик), на которой нанесена следующая информация:

- товарный знак и (или) наименование предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение первичного преобразователя;
- заводской номер первичного преобразователя;
- Ду первичного преобразователя;
- максимальные рабочие значения избыточного давления и температуры измеряемой среды;
- значение давления гидравлических испытаний;
- диапазон измеряемых расходов;
- масса первичного преобразователя;
- страна изготовителя;
- год изготовления;
- номер в Госреестре средств измерений;
- знак утверждения типа в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.107.
- стрелка, обозначающая направление движения измеряемой среды.

1.7.2 На лицевой панели крышки корпуса электронного блока вторичного преобразователя нанесена следующая информация:

- товарный знак и (или) наименование предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение изделия;
- напряжение и частота питающей сети;
- заводской номер вторичного преобразователя;
- страна изготовителя;
- обозначение ТУ;
- знак утверждения типа в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.107.

1.7.3 На боковой стороне корпуса электронного блока вторичного преобразователя прикреплена маркировочная табличка (шильдик), на которой нанесена следующая информация:

- наименование и условное обозначение вторичного преобразователя;
- заводской номер вторичного преобразователя;
- масса вторичного преобразователя;
- потребляемая мощность расходомера;
- обозначения выходных сигналов;
- степень защиты от проникновения внешних твердых предметов;
- год изготовления и страна изготовителя.

1.7.4 Знак утверждения типа также нанесен на титульных листах эксплуатационной документации.

1.7.5 На защитных кожухах пьезопреобразователей кабеля связи и радиаторах первичного преобразователя нанесена маркировка «П1» и «П2» для подключения первого и второго пьезопреобразователей соответственно.

1.7.6 На защитном кожухе пьезопреобразователя П1 кабеля связи нанесен заводской номер расходомера.

1.7.7 Расходомеры, прошедшие поверку и имеющие положительные результаты, пломбируются.

Место пломбирования:

- чашка пломбирочная крепежного винта крышки электронного блока вторичного преобразователя расхода ИПВ-7 нанесением отиска клейма поверителя на пломбирочную мастику (пластилин) или голографическая наклейка на одном из крепежных винтов;

- чашка пломбирочная крепежного винта крышки электронного блока вторичного преобразователя расхода ИПВ-7 нанесением отиска клейма отдела технического контроля (службы качества);

- заглушка на контрольном разъеме электронного блока вторичного преобразователя расхода ИПВ-7 для подключения блока коммутаций проволокой нанесением отиска клейма поверителя на обжимную пломбу;

- гайки накидные пьезопреобразователей П1 и П2 первичного преобразователя расхода ПП20 проволокой нанесением отиска клейма отдела технического контроля (службы качества) на обжимную пломбу.

Места пломбирования электронных блоков вторичных преобразователей расхода ИПВ-7 и первичных преобразователей расхода ПП20 приведены на рисунках Н.1 и Н.2 соответственно приложения Н.

1.7.8 Транспортная маркировка содержит основные, дополнительные, информационные и следующие манипуляционные знаки «Верх», «Хрупкое. Осторожно» и «Бережь от влаги» по ГОСТ 14192.

1.7.9 Информация об адресе изготовителя, о наименовании страны изготовителя, основном предназначении, сроке службы, средней наработке на отказ, гарантийных сроках эксплуатации, хранении и транспортировании указана в формуляре расходомера.

1.8 Упаковка

1.8.1 Расходомеры упаковываются в закрытых вентилируемых помещениях с температурой окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 40 °С и относительной влажностью до 80 % при температуре плюс 25 °С и содержанием в воздухе коррозионных агентов, не превышающим установленное для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150.

1.8.2 Упаковка расходомеров соответствует ГОСТ 23170 по категории КУ-2.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Для корректного проведения измерений при эксплуатации расходомеры должны быть подготовлены в соответствии с разделом «Подготовка расходомеров к использованию».

2.1.2 При использовании расходомеров необходимо строго соблюдать эксплуатационные ограничения и предельные нагрузки:

- допустимый расход через первичный преобразователь не более 480 м³/ч (в диапазоне от 400 до 480 м³/ч погрешность не регламентируется);

- допустимая температура рабочей среды не более 260 °С;

- допустимое давление рабочей среды не более 24 МПа;

- допустимая концентрация твердых или газообразных примесей не более 0,3 %;

- допустимые скорости изменения рабочих температур и давлений в циклах смены режимов – по п. 1.2.5;

- допустимые радиусы кривизны трассирования кабелей связи не менее 0,1 м;

- допустимый локальный перегрев кабелей связи не более 90°С;

- допустимый перегрев пьезопреобразователей не более 80°С.

Контроль перегрева пьезопреобразователей проводится однократно пирометром при установившемся температурном режиме контролируемой среды плюс 260°С.

Электропитание электронного блока вторичного преобразователя должно осуществляться от сети, не подключенной к освещению или объектам с большими пусковыми токами.

2.1.3 Невыполнение перечисленных выше требований приводит к невозможности измерения расхода безопасными методами, что может привести к повреждению расходомера, травмам обслуживающего персонала и некорректным данным преобразования объемного расхода в выходные сигналы.

2.2 Подготовка расходомеров к использованию

2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 Источниками опасности при подготовке к использованию и эксплуатации расходомеров являются электрический ток и контролируемая среда, находящаяся под давлением и при высокой температуре.

2.2.1.2 Безопасность эксплуатации расходомеров обеспечивается:

- прочностью и плотностью корпуса первичного преобразователя;

- изоляцией электрических цепей изделий, входящих в состав расходомеров;

- надежным креплением изделий, входящих в состав расходомеров при монтаже на объекте.

2.2.1.3 Расходомеры в части мер безопасности соответствуют ГОСТ Р 51350, ГОСТ Р 52319, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.051 и ПНАЭ Г-7-008. По способу защиты человека от поражения электрическим током расходомеры относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0.

2.2.1.4 На корпусах изделий, входящих в состав расходомеров, имеются зажимы по ГОСТ 12.2.007.0, отмеченные знаком заземления, для присоединения заземляющего проводника при монтаже и эксплуатации расходомеров.

Заземление корпусов расходомеров выполнено в соответствии с ГОСТ 12.1.030 и ГОСТ 15151.

Рекомендуется выполнить защитное заземление корпусов расходомеров медным одножильным или многожильным проводом сечением не менее 4,0 мм². При этом длина провода должна быть минимальна.

2.2.1.5 При эксплуатации расходомеров необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» для электроустановок напряжением до 1000 В.

2.2.1.6 К монтажу, установке, проверке, обслуживанию и эксплуатации расходомеров допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на расходомеры и эксплуатационную документацию на средства измерений, требования безопасности по ПНАЭ Г-7-008, имеющие необходимую квалификацию, имеющие классификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с ПОТ Р М-16-2001, РД 153-34.0-03.150-00 «Правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», обученные правилам техники безопасности и изучившие инструкцию по технике безопасности, утвержденную в установленном порядке руководством эксплуатационных служб.

К сварочным работам допускаются сварщики, аттестованные для работы с оборудованием трубопроводов АЭС.

2.2.1.7 Первыми действиями по подготовке к использованию являются проверка наличия отметки о гидравлических испытаниях в паспортах на первичные преобразователи и установка заземляющих проводов на корпуса первичных преобразователей и электронных блоков вторичных преобразователей.

2.2.1.8 Устранение неполадок вторичного преобразователя производить при отключенном электрическом питании электронного блока.

2.2.1.9 Замену, присоединение и отсоединение первичных преобразователей от трубопроводной магистрали, подводящей контролируемую среду, производить при полном отсутствии внутреннего давления.

2.2.1.10 Работы по подготовке и техническому обслуживанию расходомеров должны выполнять не менее двух человек.

2.2.2 Входной контроль и осмотр рабочих мест

2.2.2.1 При поступлении расходомеров потребителю, во время их распаковки после транспортирования, перед монтажом, а также при передаче расходомеров на временное хранение, необходимо осуществить входной контроль в объёме:

- проверка комплектности;
- внешний осмотр;
- измерение габаритных и присоединительных размеров;
- контроль чистоты внутренней полости первичного преобразователя;
- измерение электрического сопротивления изоляции.

2.2.2.2 После транспортирования при отрицательных температурах вскрытие транспортной тары можно производить только после выдержки в течение 24 ч в отапливаемом помещении.

2.2.2.3 При первом осмотре расходомеров после поставки, демонтируют защитные кожухи и заглушки из состава транспортно-монтажного комплекта, а по завершению осмотра их вновь устанавливают.

2.2.2.4 Проверку комплектности произвести на соответствие таблице 1.

2.2.2.5 Целью внешнего осмотра является обнаружение и недопущение эксплуатации расходомеров при следующих дефектах:

- деформированных волноводах первичного преобразователя;
- внешних повреждениях корпусов составных частей;
- повреждениях резиновых уплотнений пьезопреобразователей;
- корродированном состоянии поверхности электрических контактов в разъёмах и на винтах заземления;
- повреждений изоляции или оплетки кабеля связи;
- нарушении целостности разъемов.

При внешнем осмотре обратить внимание на следующее:

- наличие неповреждённых пломб;
- чёткость изображения табличек маркировочных и знаков заземления;
- идентичность заводских номеров, проставленных в соответствующих разделах паспортов и формуляра;

2.2.2.6 Измерение габаритных и присоединительных размеров изделий, входящих в состав расходомеров, производят измерительным инструментом, обеспечивающим необходимую точность измерения.

Габаритные и присоединительные размеры расходомеров должны находиться в пределах установленных норм.

2.2.2.7 При контроле чистоты внутренней полости первичного преобразователя обратить внимание на следующее:

- наличие неповреждённых пломб на транспортировочных заглушках;

2.2.2.8 Проверку сопротивления изоляции цепей питания, входных и выходных сигналов выполняют в нормальных климатических условиях мегаомметром с номинальным напряжением 500 В, пределом измерений электрического сопротивления не менее 50 Ом и погрешностью, не превышающей $\pm 5\%$. Отсчет показаний по мегаомметру проводят через 1 мин после приложения напряжения.

Сопротивление изоляции между точками, приведенными в таблице 2, должно составлять не менее 20 МОм.

Таблица 2

Наименование проверяемых цепей	Точки приложения испытательного напряжения	
	I	II
Между объединенными цепями электропитания и корпусом	XS1:(1—3)	X
Между объединенными цепями электропитания и кабельными входами	XS1:(1—3)	XP2:(1—2—3—4)
Между объединенными цепями электропитания и выходами	XS1:(1—3)	XP1:(1—2—3—4)
Между объединенными выходами RS-485 и (4 – 20) мА	XP1:(1—2)	XP1:(3—4)

Примечание – Точки приложения испытательного напряжения указаны в соответствии с ЦПП22-2.00.00 ЭО.

2.2.2.9 Осмотр рабочих мест проводят с целью оптимизации расположения преобразователей расходомера при монтаже.

При осмотре места установки первичных преобразователей выявляется возможность организации прямолинейного участка перед входом длиной не менее 2 м, намечают зону обслуживания пьезопреобразователей при эксплуатации и применимость грузоподъемных устройств, рассчитанных на массу не менее 300 кг.

Устанавливают место размещения электронного блока на стене, перегородке или самостоятельном фундаменте, оценивают длину трассы для кабеля связи (не должна превышать 40 м) и длину линии RS-485 (не должна превышать 1200 м). Оценивают возможность подвода кабеля электропитания и провода заземления. Выбирают место установки электрического разъединителя.

2.2.3 Указания о взаимосвязи расходомеров с другими изделиями

2.2.3.1 Изделие интегрируется с любыми информационно-техническими системами, ориентированными на протокол Modbus.rtu с линией связи RS-485, и приемно-контрольной аппаратурой с входными токами (4 – 20) мА.

2.2.4 Монтаж, пуск и обкатка расходомеров

2.2.4.1 Монтаж первичных преобразователей производят с помощью грузоподъемных устройств. Установку первичных преобразователей в трубопровод выполняют с использованием транспортно-монтажных комплектов, входящих в комплект поставки и имеющих для крепления чалочных устройств отверстия в корпусе ложементов диаметром 40 мм, и защитные кожуха для исключения силовых воздействий на волноводы (рисунок В.2 приложения В).

2.2.4.2 Доставку составных частей расходомеров к месту монтажа осуществляют в транспортной таре.

2.2.4.3 Выбор марок сетевого, аналогового и цифрового кабелей осуществляется потребителем в соответствии с нормами, действующими в отрасли.

Сечение жил сетевого и аналогового кабеля выбирается из ряда 0,5; 0,75; 1,0 и 1,5 мм². Наружная оплетка кабелей должна содержать экран. Для цифрового выхода используется экранированная витая пара категории 5 и сечением не менее 0,14 мм².

2.2.4.4 Монтаж первичного преобразователя производят в следующей последовательности:

- обеспечивают в выбранном участке трубопровода отсутствие жидкости и остаточного давления;

- освобождают выбранный участок от теплоизоляционной конструкции на длине приблизительно 1,5 м;

- размечают и вырезают из трубопровода участок в месте установки первичного преобразователя, имеющего строительную длину $l_{стр} = 800$ мм;

- производят разделку кромок трубопровода под сварочный шов 1-24-2 (С-24-2) по ПНАЭ Г-7-009;

- ориентируют первичный преобразователь по стрелке на корпусе, указывающей направление потока, и по угловому положению волноводов, выбирая его удобным для технического обслуживания пьезопреобразователей;

- размещают и фиксируют первичный преобразователь в измерительном участке, совмещая его ось с осью трубопровода с погрешностью не хуже 2 мм;

- производят прихватку первичного преобразователя со стороны входа и выхода.

2.2.4.5 Сварку производят по ПНАЭ Г-7-009, тип сварки – КС. Сварочные материалы: проволока 1,6 (2,0) св-08ГС (св-08Г2С) ГОСТ 2246, электроды УОНИИ-13/55-3(4) ГОСТ 9466, ГОСТ 9467, ОСТ 5.9221, ТМУ-21 (21У) ГОСТ 9466, ГОСТ 9467.

Контроль качества сварных швов по ПНАЭ Г-7-010, категория швов – Ша.

Методы и объем контроля:

- визуальный и измерительный – 100 %;

- РГК – 50 %;

- УЗК – 100 %.

2.2.4.6 При проведении сварочных работ для предотвращения перегрева пьезопреобразователей контролируют цвет термоиндикаторной краски 140-160 ТУ 2312-075-20504464-2003, нанесенной на поверхность радиатора волновода. Изменение цвета краски с сиреневого на темно-фиолетовый – не допускается.

Рекомендуется осуществлять сварку послойно, чередуя нанесение слоев на входе и выходе первичного преобразователя и охлаждая их до 100 °С перед нанесением нового слоя.

2.2.4.7 По завершении сварочных работ проводят гидравлические испытания трубопровода по технологии эксплуатирующей организации.

Правила, нормы безопасности, требования к участку и оценка результатов при проведении гидравлических испытаний на прочность и плотность – в соответствии с ПНАЭ Г-7-008.

2.2.4.8 После завершения испытаний составляют протокол, включающий сведения п.5.6.6, ПНАЭ Г-7-008. При положительных результатах испытаний в формуляре 4213-032-12560879 ФО делают соответствующую отметку.

2.2.4.9 Выполняют заземление первичного преобразователя и установку теплоизоляционной конструкции.

2.2.4.10 Зазор между покровным слоем теплоизоляционной конструкции и радиаторами волноводов выдерживают не менее 15 мм. Механический контакт алюминиевого листа покровного слоя с волноводами – не допускается.

Скоба, скрепляющая два радиатора, дополнительно присоединяется к покровному слою с помощью самонарезающих винтов.

2.2.4.11 Монтаж вторичного преобразователя производят в следующей последовательности:

- устанавливают на стене электронный блок вторичного преобразователя, используя разметку, приведенную на рисунке Г.1 приложения Г;

- выполняют заземление корпуса электронного блока;

- производят трассирование сетевого и сигнального кабелей, а также кабеля связи в кабелепроводах с учетом недопустимости совместного расположения силовых и сигнальных цепей;

- осуществляют распайку кабеля питания необходимой длины до электрического разъединителя к розетке электропитания АС-102/К2417, а сигнального кабеля (выходные цепи) – к ответному разъему 2РМ14КПЭ4Г1В1 в соответствии со схемой подключения;

- монтируют электрический разъединитель (в комплект поставки не входит) и подключают к нему кабель питания;

- сочленяют разъемы силовых и сигнальных цепей, в том числе и кабеля связи;

- отделяют транспортные заглушки с кабеля связи и защитные кожухи пьезопреобразователей;

- сочленяют высокочастотные быстросъемные разъемы кабеля и пьезопреобразователей;

- надвигают кожухи кабеля на пьезопреобразователи и крепят их четырьмя

невыпадающими винтами, поджимая резиновое кольцевое уплотнение;

- затягивают гайки сальниковых уплотнений кожухов кабеля;
- подключают выходные цепи расходомера к внешним устройствам.

Схема установки расходомера приведена на рисунке П.1 приложения П.

2.2.4.12 Перед пуском (опробованием) ориентируют протокол Modbus.rtu на считывание цифровых данных в соответствии с описанием приведенном в приложении Б.

При этом задают в сервисном ПО ПЭВМ сетевой номер вторичного преобразователя в соответствии с формуляром расходомера, и адреса регистров, соответствующие «Запрос 1» и «Запрос 2». Организуют вызов данных на монитор ПЭВМ.

Разрешение на пуск оформляется в оперативном журнале начальника смены.

2.2.4.13 Проточную полость первичного преобразователя заполняют неподвижной или движущейся рабочей средой. Наличие пузырьков в среде не допускается.

2.2.4.14 Включение и отключение расходомера от сети переменного тока производят с помощью разъединителя. Время готовности расходомера к измерениям после подачи электропитания – 5 мин.

2.2.4.15 Для оценки полученных результатов при пуске используют миллиамперметр в режиме измерения постоянного тока с диапазоном измерений (4 – 20) мА и относительной погрешностью измерений не хуже $\pm 0,1$ %.

После подачи электропитания устанавливают один из режимов по п.1.2.5.

2.2.4.16 Результаты пуска считают положительными, если выполняется следующее:

- постоянное свечение обоих светодиодов технической диагностики на лицевой панели электронного блока вторичного преобразователя;

- значение тока на аналоговом выходе расходомера ($4 \pm 0,02$) мА – при неподвижной рабочей среде, ($20 \pm 0,02$) мА – при превышении объемного расхода рабочей среды свыше $400 \text{ м}^3/\text{ч}$, значение тока находится в диапазоне (4 – 20) мА – при значениях объемного расхода в диапазоне (20 – 400) $\text{м}^3/\text{ч}$;

- при реализации «Запроса 1» расходомер выдает показания расхода;

- в регистрах состояния записаны значения «11».

Расходомер регулированию не подлежит.

2.2.4.17 Обкатку (опробование) выполняют с целью установления работоспособности расходомера и производят методом пропуска жидкости в обоих рабочих режимах п. 1.2.5. Продолжительность обкатки в каждом из рабочих режимов – не менее 2 ч.

2.2.4.18 Изменяя расход от наибольшего до наименьшего, убеждаются в соответствующих изменениях показаний расходомера, проверяют наличие токового выходного сигнала, наличие связи по выходу RS-485 и индикации расхода на мониторе ПЭВМ.

2.2.4.19 Считывают идентификационные данные программного обеспечения расходомера в режиме «Запрос 2» с монитора ПЭВМ:

- наименование программного обеспечения;
- идентификационное наименование программного обеспечения;
- номер версии программного обеспечения;
- контрольную сумму исполняемого кода

и сравнивают их с данными, приведенными в формуляре расходомера.

2.2.4.20 Считывание контрольной суммы производят при реализации не менее двух раз «Запрос 2» с интервалом не менее 5 мин, дожидаясь гарантированного обновления значения, которое расходомер рассчитывает в фоновом режиме.

2.2.4.21 Проводят проверку технической диагностики состояния расходомера. При установившемся расходе отключают разъем кабеля связи от первичного преобразователя, имитируя обрыв, и следят за выполнением следующего:

- прерывистым свечением на лицевой панели электронного блока вторичного преобразователя ИПВ-7 светодиода промаркированного символами «ПП»;

- соответствием регистра состояний значениям «01»;
- выходным током расходомера, составляющим $(4 \pm 0,02)$ мА;
- цифровым эквивалентом расхода, соответствующим нулю.

При подключении кабеля связи следят за восстановлением состояния светодиода диагностики «ПП» и показаний расходомера.

2.2.5 Сдача смонтированных расходомеров и гарантии изготовителя

2.2.5.1 Смонтированные расходомеры, прошедшие входной контроль, пуск и обкатку, допускаются к эксплуатации.

2.2.5.2 По результатам опробования делается соответствующая запись в формуляре расходомера, в которой отражается:

- состояние маркировочных табличек (шильдиков) составных частей расходомера;

- целостность пломб;
- использование изделий из комплекта ЗИП при пуско-наладочных работах.

2.2.5.3 Изготовитель гарантирует соответствие расходомеров требованиям технических условий ТУ 4213-032-12560879-2012 при соблюдении условий хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации.

2.2.5.4 Гарантийный срок эксплуатации – 18 мес с момента окончания монтажа и сдачи Заказчику.

2.2.5.5 Гарантийный срок хранения – 3 года со дня изготовления предприятием-изготовителем.

2.2.5.6 В течение гарантийного срока изготовитель по требованию потребителя производит безвозмездное восстановление или замену вышедших из строя изделий (или их составных частей) в случае несоответствия расходомера требованиям технических условий ТУ 4213-032-12560879-2012, в том числе требованиям по надежности, при соблюдении потребителем условий хранения и эксплуатации. При этом для восстановления расходомеров могут быть использованы одиночный или групповой комплекты ЗИП.

2.2.5.7 В случае восстановления или замены дефектных изделий или их составных частей, срок гарантии продлевается на время, в течение которого расходомер не использовался вследствие обнаруженных дефектов.

2.2.5.8 По истечении гарантийного срока эксплуатации и хранения восстановление или замена вышедшего из строя в течение срока службы расходомера производится изготовителем за счет потребителя – по отдельному договору.

2.2.5.9 За повреждения вследствие неправильного хранения, транспортирования и эксплуатации изготовитель ответственности не несет.

2.2.5.10 Изготовитель не несет ответственности за несанкционированные изменения, внесенные потребителем в технические и программные средства электронного блока.

2.3 Использование расходомеров

2.3.1 Необходимо предусмотреть при работе с расходомерами последовательное выполнение следующих операций:

- заполняют проточную полость первичного преобразователя рабочей средой;

- подают напряжение питания на расходомер с помощью разъединителя;

- через первичный преобразователь, установленный в трубопроводной магистрали, производят пропуск измеряемой среды, расход, давление и температура которой должны соответствовать данным, приведённым в п.п. 1.2.7 и 1.2.5 соответственно.

Время готовности расходомера к работе – 5 мин после подачи напряжения питания. По истечении указанного времени на выходах вторичного преобразователя появляется ток и цифровой эквивалент расхода, пропорциональные расходу рабочей среды, пропускаемой через первичный преобразователь.

2.3.2 Расходомеры обеспечивают выполнение заданной функции с нормированными метрологическими и техническими характеристиками при соблюдении потребителем условий, изложенных в разделе 1.2 и п. 2.1.2 в части диапазона преобразуемых расходов, давления и температуры измеряемой среды, внешних магнитных полей и электромагнитных помех, а также обеспечении механических и климатических факторов, не выходящих за пределы допустимых.

2.3.3 Метод измерений

В основе работы расходомеров лежит ультразвуковой, времяпролетный метод, использующий зондирование в направлении потока контролируемой среды и против него. Зондирование ультразвуковыми колебаниями осуществляется с помощью двух обратимых, приемопередающих пьезоэлектрических преобразователей, входящих в состав первичного преобразователя ПП20. Сигналы с пьезоэлектрических преобразователей поступают в электронный блок вторичного преобразователя ИПВ-7, в котором по разности обратных значений времени распространения ультразвуковых сигналов по потоку и против него определяется скорость движения питательной воды и, с учетом поперечного сечения ПП20, преобразуется в выходной ток пропорциональный расходу питательной воды Q в м³/ч в соответствии с формулой:

$$Q = (I - 4) \cdot \frac{Q_{\max}}{16}, \quad (4)$$

где I – значение тока в мА на токовом выходе электронного блока вторичного преобразователя;

Q_{\max} – наибольшее значение объемного расхода в м³/ч, указанное в паспорте вторичного преобразователя расхода ИПВ-7.

Измерение постоянного тока на выходе электронного блока вторичного преобразователя необходимо выполнять средством измерения утвержденного типа и прошедшего поверку с диапазоном измерений (4 – 20) мА и относительной погрешностью измерений не хуже $\pm 0,1$ %.

2.3.4 При увеличении расхода контролируемой среды свыше 400 м³/ч выходной ток устанавливается равным $(20 \pm 0,02)$ мА, цифровой эквивалент расхода равным 400 м³/ч. При уменьшении расхода меньше 20 м³/ч выходной ток устанавливается равным $(4 \pm 0,02)$ мА, а цифровой эквивалент расхода равным нулю.

После того как расход будет соответствовать значению в диапазоне (20 – 400) м³/ч показания расходомера восстанавливаются автоматически.

2.4 Демонтаж и действия в экстремальных условиях

2.4.1 По истечении среднего срока службы п. 1.2.32.5 или в случае возникновения форс-мажорных обстоятельств предусмотрен демонтаж расходомера.

2.4.2 Меры безопасности при демонтаже – в соответствии с п. 2.2.1.

2.4.3 Демонтаж расходомера производят в следующей последовательности:

- подготавливают проставыш из трубы 219×16 с сертификацией «Для АЭС» со строительной длиной 800 мм и кромками, разделанными под сварочный шов 1-24-2 (С-24-2) по ПНАЭ Г-7-009;

- обесточивают электронный блок вторичного преобразователя и отделяют от него кабельные линии и заземляющий провод;

- демонтируют электронный блок;

- обеспечивают в выбранном участке трубопровода отсутствие жидкости и остаточного давления;
 - отделяют кабель связи от первичного преобразователя и извлекают его из кабелепровода;
 - демонтируют теплоизоляционную конструкцию в измерительном участке на длине приблизительно 1,5 м и отделяют заземляющий провод;
 - устанавливают элементы транспортно-монтажного комплекта на первичный преобразователь (рисунок В.2, приложения В) и вырезают его из трубопровода по сварочному шву, удерживая грузоподъемным устройством;
 - кромки трубопровода разделяют под сварочный шов 1-24-2 (С-24-2) по ПНАЭ Г-7-009 и вваривают проставки;
 - укладывают составные части расходомера в транспортную тару;
 - проводят гидравлические испытания трубопровода.
- При форс-мажорных обстоятельствах (пожарах, землетрясениях и др.) обеспечивают в участке трубопровода с установленным первичным преобразователем отсутствие жидкости и остаточного давления и обесточивают электронный блок вторичного преобразователя.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 Техническое обслуживание является планово-предупредительным профилактическим мероприятием, направленным на поддержание работоспособности расходомеров.

3.1.2 Техническое обслуживание расходомеров производится силами персонала эксплуатирующей организации, из числа которого назначаются ответственные исполнители работ.

3.1.3 Техническое обслуживание включает контрольно-диагностические, крепежные и электротехнические работы, выполняемые без разборки составных частей расходомера.

3.1.4 Допускается совмещение графиков технического обслуживания расходомера и другого оборудования.

3.1.5 Сведения о выполненных работах, сроках выполнения и исполнителях оформляются в журнале технического обслуживания по видам оборудования, и также заносятся в формуляр расходомера.

3.1.6 Учет времени воздействия при химической промывке регистрируется в формуляре расходомера.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Меры безопасности при техническом обслуживании – в соответствии с п. 2.2.1.

3.3 Порядок технического обслуживания

3.3.1 Техническое обслуживание расходомеров при хранении включает в себя учёт времени хранения и соблюдения правил хранения. Его периодичность устанавливается в соответствии с инструкциями по хранению и консервации оборудования и запасных частей эксплуатирующей организации.

3.3.2 Порядок и условия проведения консервации, расконсервации первичного преобразователя ПП20 в соответствии с ГОСТ 9.014 – варианты защиты ВЗ-14 или ВЗ-15. Материалы для консервации - противокоррозионная бумага по ГОСТ 16295, вариант упаковки ВУ-2 или ВУ-1 соответственно.

3.3.3 Действие заводской консервации и упаковки рассчитано на срок, указанный в п. 5.4. По истечении указанного срока необходимо произвести переконсервацию и повторную упаковку.

3.3.4 Техническое обслуживание при эксплуатации заключается в периодическом проведении регламентных работ.

3.3.5 Виды регламентных работ, их периодичность и время, необходимое для выполнения, приведены в таблице Р.1 приложения Р.

3.4 Проверка работоспособности

3.4.1 Проверка работоспособности расходомеров заключается в технической диагностике расходомера (программно-аппаратном контроле).

3.4.2 Проверка проводится оператором системы. Периодичность проверки – не реже одного раза в смену.

3.4.3 Для контроля технического состояния расходомеров при эксплуатации используют два вида программно-аппаратного контроля по п. 1.2.16. Операции программно-аппаратного контроля приведены в п. 2.2.4.16.

3.4.4 Время проведения программно-аппаратного контроля – не более 3 мин.

3.5 Техническое освидетельствование

3.5.1 Сведения о гидравлических испытаниях первичного преобразователя приведены в паспорте на первичный преобразователь 4213-032-12560879 ПС1.

3.5.2 Сведения о первичной поверке расходомера приведены в формуляре расходомера 4213-032-12560879 ФО.

3.5.3 В процессе эксплуатации не реже одного раза в год расходомеры подвергаются периодической поверке без демонтажа изделий на месте эксплуатации. Поверка осуществляется по «ГСИ. Расходомеры питательной воды «ПРАМЕР-517». Методика поверки 4213-032-12560879 МП», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в 2013 г.

3.5.4 Необходимые принадлежности для проведения периодической поверки хранятся в ящике ЗИП.

4 Восстановление

4.1 Общие указания

4.1.1 Расходомеры не подлежат ремонту на месте эксплуатации.

Ремонт или замена составных частей расходомера, а также пополнение ЗИП производится изготовителем на условиях п. 2.2.5.8 настоящего РЭ.

4.1.2 Для поддержания работоспособности расходомеров после отказов предусматривается восстановление – замена составных частей первичного и вторичного преобразователей из комплекта ЗИП силами персонала эксплуатирующей организации.

4.2 Меры безопасности

4.2.1 Меры безопасности и требования к квалификации персонала – по п. 2.2.1.

4.2.2 Восстановление составных частей вторичного преобразователя осуществляют в обесточенном состоянии расходомера.

4.2.3 Устранение отказов первичного преобразователя производят при полном отсутствии внутреннего давления и температуре среды не выше плюс 60 °С.

Решение о восстановлении первичного преобразователя в рабочем режиме в зависимости от характера технологического процесса принимается главным инженером эксплуатирующей организации.

4.3 Указания о порядке использования комплектов ЗИП

4.3.1 Одиночный комплект ЗИП поставляется с каждым расходомером в отдельном ящике.

4.3.2 Групповой комплект ЗИП, поставляемый также в отдельном ящике, предназначен для замены вышедших из строя отдельных изделий, входящих в состав группы расходомеров или для пополнения одиночного комплекта ЗИП.

4.3.3 Содержание одиночного и группового комплектов ЗИП приведено в ведомостях ЦПП22-0.00.00 ЗИ1 и ЦПП22-0.00.00 ЗИ2 соответственно, входящих в состав эксплуатационной документации на расходомеры.

4.3.4 По мере расходования содержания комплектов ЗИП должен пополняться. Пример записи при заказе пополнения ЗИП приведен в приложении А.

4.3.5 Условия хранения ящиков ЗИП – по п. 5.3.

Для уменьшения времени восстановления помещение, где хранятся ящики ЗИП, должно располагаться вблизи места эксплуатации расходомеров, с тем, чтобы время доставки любой составной части или принадлежности до места эксплуатации не превышало 15 мин.

4.4 Поиск отказов, повреждений и их последствий

4.4.1 Во время пуска, опробования и использования расходомеров могут возникнуть приводимые в таблице 3 неисправности.

Таблица 3

Внешние проявления	Способ устранения отказа	Причина отказа
Отсутствуют выходные показания	Заменить плавкую вставку предохранителя. Проверить сеть	Перегорела плавкая вставка предохранителя
Отсутствует цифровой сигнал	Изменить коммутацию на преобразователе интерфейсов	Ошибочное подключение на линии RS-485
	Очистить разъём от загрязнения, заменить его	Повреждение контактов стыковочного узла
	Заменить цифровой кабель	Обрыв или короткое замыкание в цифровом кабеле
Отсутствует токовый сигнал	Очистить разъём от загрязнения, заменить его	Повреждение контактов стыковочного узла
	Заменить сигнальный кабель	Обрыв или короткое замыкание в сигнальном кабеле
Повреждение изоляции любого кабеля	Заменить соответствующий кабель	Повреждение цепей питания, токового или цифрового выходных сигналов
Прерывистое свечение светодиода диагностики «ПП», в регистрах состояния записаны значения 10, идентификационные данные совпадают с паспортными	Очистить разъём кабеля связи от загрязнения	Повреждение контактов стыковочного узла
	Заменить кабель связи из комплекта ЗИП	Обрыв или короткое замыкание в кабеле связи
	Заменить оба пьезопреобразователя из комплекта ЗИП	Высыхание акустической смазки в одном из пьезопреобразователей или в его контакте с волноводом
Прерывистое свечение светодиода диагностики «ВП», в регистрах состояния записаны значения 01, идентификационные данные не совпадают с паспортными	Заменить электронный блок вторичного преобразователя из комплекта ЗИП	Нарушен исполняемый код программного обеспечения

4.4.2 При отрицательном результате поверки необходимо установить причину неисправности расходомера и устранить в соответствии с таблицей 3.

При повторном отрицательном результате поверки выписывается «Извещение о непригодности к применению» в соответствии с ПР 50.2.006, расходомер к применению не допускают.

В случае использования при устранении неисправности расходомера изделий или составных частей из комплекта ЗИП, замененное изделие или составную часть направляют изготовителю в ремонт.

4.5 Устранение отказов, повреждений и их последствий

4.5.1 Замену плавкой вставки предохранителя производят в следующей последовательности:

- отключают электропитание вторичного преобразователя;
- отвинчивают защитную крышку;
- извлекают перегоревшую плавкую вставку и заменяют ее на целую из комплекта ЗИП;
- навинчивают защитную крышку и подают электропитание.

4.5.2 Замену электронного блока вторичного преобразователя производят в следующей последовательности:

- отключают электропитание вторичного преобразователя;
- расчленивают разъемы силовых и сигнальных цепей, в том числе и кабеля связи;
- демонтируют электронный блок;
- монтируют соответствующий электронный блок из комплекта ЗИП;
- сочленивают разъемы силовых и сигнальных цепей, в том числе и кабеля связи;
- подают электропитание.

4.5.3 Замену кабеля связи производят в следующей последовательности:

- отключают электропитание вторичного преобразователя;
- отделяют его разъем от электронного блока;
- отвинчивают гайки сальниковых уплотнений от кожухов со стороны первичного преобразователя и четыре невыпадающих винта крепления кожухов;
- отодвигают защитные кожухи до появления доступа к разъемам;
- отделяют байонетные разъемы;
- извлекают из кабелепровода неисправный кабель и прокладывают новый кабель связи из комплекта ЗИП;
- подключение нового кабеля производят в обратной последовательности;
- подают электропитание.

4.5.4 Перед проведением работ по п. 4.5.3 предварительно убеждаются в неисправности кабеля связи, например, замеряя сопротивление его жил и оплеток с использованием омметра любого типа при отключенном питании вторичного преобразователя. В случае исправности кабеля связи производят замену пьезопреобразователей.

4.5.5 Замена (восстановление) пьезопреобразователей показана на рисунке К.1 приложения К. Ее производят в следующей последовательности:

- отключают электропитание вторичного преобразователя;
- отделяют кабель связи от первичного преобразователя по методике п. 4.5.3;

- устраняют пломбирование накидных гаек пьезопреобразователей и с помощью гаечного ключа с зевом $S = 36$ мм отвинчивают их;

- отделяют пьезопреобразователи от волноводов;

- отделяют (выкручивают) транспортные заглушки (защитные кожухи) пьезопреобразователей из состава ЗИП. Поверхность, сопрягаемую с волноводом, очищают с помощью чистой ветоши и спирта этилового синтетического ГОСТ 17299. С помощью чистого скальпеля наносят на поверхность, сопрягаемую с волноводом, по центру каплю жидкости ПФМС-4 ГОСТ 15866 из упаковки в составе ЗИП;

- очищают сопрягаемые торцевые поверхности волноводов от остатков акустической смазки с помощью чистой ветоши и спирта этилового синтетического ГОСТ 17299. С помощью чистого скальпеля наносят тонкий слой обезгазованной жидкости ПФМС-4 ГОСТ 15866 из упаковки в составе ЗИП на торцевые поверхности волноводов, не допуская вспенивания или пузырения;

- надвигают новые съемные пьезопреобразователи из состава ЗИП на торцевые поверхности волноводов и завинчивают накидные гайки с помощью гаечного ключа;

- момент затяжки накидных гаек – в диапазоне от 10 до 20 Н·м;

- устанавливают пломбу ОТК эксплуатирующей организации;

- подключают кабель связи в последовательности, описанной в п. 2.2.4.11;

- подают электропитание.

После замены пьезопреобразователей периодическую поверку не проводят.

4.5.6 При выполнении работ по замене пьезопреобразователей следят за состоянием сопрягаемых поверхностей волноводов и пьезопреобразователей, не допуская их повреждений (вмятин, царапин, забоин и т.п.).

В слое акустической смазки исключают присутствие посторонних предметов (песчинок, ворсинок и др.), существенно снижающих эффективность ее работы.

4.5.7 При положительных результатах восстановления выполняется контроль признаков работоспособности по п. 2.2.4.16.

4.5.8 Запись о проведенных работах по восстановлению производят в оперативном журнале начальника смены и формуляре расходомера.

5 Хранение

5.1 Хранение расходомеров должно осуществляться в складских помещениях при отсутствии в них пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов, вызывающих коррозию, в соответствии с условиями хранения 1 по ГОСТ 15150.

5.2 Расходомеры, прибывшие на склад, подлежат хранению в своих укладочных ящиках.

5.3 Допускается хранение расходомеров в упаковке предприятия-изготовителя в соответствии с условиями хранения 1 по ГОСТ 15150 в течение 3 лет без переконсервации.

5.4 При обеспечении условий хранения (п. 5.1) действие консервации рассчитано на 3 года со дня отгрузки расходомера предприятием-изготовителем.

Возможность дальнейшего увеличения срока хранения должна быть согласована с изготовителем по результатам ревизии, производимой за счет потребителя.

5.5 Предельный срок защиты после переконсервации и повторной упаковки – по п. 5.4.

5.6 Товаросопроводительная и эксплуатационная документация, упакованная в герметизированный двойной чехол из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354, должна храниться вместе с расходомерами.

5.7 После транспортирования при отрицательных температурах вскрытие транспортной тары можно производить только после выдержки в течение 24 ч в отапливаемом помещении.

5.8 Укладочные ящики, подлежащие вскрытию, осматриваются комиссией, назначаемой начальником склада, которая удостоверяется в целостности ящиков и наличии пломб, ящики вскрываются в том же помещении, где выравнивается температура расходомеров с окружающей температурой. Затем проверяется состояние и комплектность расходомеров.

6 Транспортирование

6.1 Транспортирование расходомеров может осуществляться всеми видами транспорта, в том числе воздушным, в отапливаемых герметизированных отсеках.

6.2 Предельные условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха – от минус 50 до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха – до 95 %;
- амплитуда вибрации при частоте от 5 до 35 Гц – не более 0,35 мм.

6.3 Во время транспортирования и погрузочно-разгрузочных работ транспортная тара не должна подвергаться резким ударам и прямому воздействию атмосферных осадков и пыли, манипуляции с транспортной тарой должны осуществляться в соответствии с манипуляционными знаками, расположенными на транспортной таре.

6.4 Транспортировка первичного преобразователя осуществляется с установленным на него транспортно-монтажным комплектом, используемым для такелажных и монтажных работ.

7 Сведения об утилизации

7.1 Утилизация осуществляется в соответствии с правилами действующими в организации эксплуатирующей данное изделие.

Приложение А (справочное)

Обозначения расходомеров и составных частей при заказе

Обозначение расходомеров при заказе и в технической документации другой продукции, в которой они могут быть использованы:

«ПРАМЕР-517-АА-NN ТУ 4213-032-12560879-2012»,

где символы

АА – верхний предел объемного расхода питательной воды в м³/ч, соответствующий значению тока 20 мА;

NN – сетевой адрес вторичного преобразователя в протоколе информационного обмена в шестнадцатеричном коде.

Пример обозначения расходомера питательной воды ПРАМЕР-517 с верхним пределом объемного расхода 400 м³/ч, соответствующим значению тока 20 мА и сетевым адресом А9:

«ПРАМЕР-517-400-А9 ТУ 4213-032-12560879-2012».

Предусматривается отдельная поставка составных частей расходомеров.

Обозначение первичного преобразователя при заказе и в технической документации другой продукции, в которой они могут быть использованы:

«ПП20 ТУ 4213-032-12560879-2012».

Обозначение вторичного преобразователя с кабелем связи КС при заказе и в технической документации другой продукции, в которой они могут быть использованы:

«ИПВ-7 ТУ 4213-032-12560879-2012».

Обозначение одиночного комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей при заказе и в технической документации другой продукции, в которой они могут быть использованы:

«ЦПП22-4.00.00 ТУ 4213-032-12560879-2012».

Приложение Б (обязательное)

Описание передачи данных расходомером по протоколу Modbus.rtu с линией связи RS-485

Обмен данными между расходомером и сетевым контроллером осуществляется в режиме запрос-ответ. Ответ происходит не ранее, чем 4 мс и не позднее 100 мс после запроса. Скорость передачи – 9600 бит/с.

Формат каждого байта в RTU-режиме:

Назначение битов: 1 старт-бит
8 бит данных, младшим значащим разрядом вперед,
2 стоп-бита
Контрольная сумма: Cyclical Redundancy Check (CRC-16).

Содержание адресного поля

Адресное поле фрейма содержит 8 бит. Допустимые сетевые адреса расходомеров находятся в диапазоне от 0 до 247 и специфицируются потребителем при заказе.

Содержание поля функции

Поле функции фрейма содержит 8 бит. Диапазон чисел 1 - 255.

При эксплуатации расходомеры поддерживают только одну функцию 04 протокола Modbus.rtu – чтение двоичного содержания регистров. Все другие функции недоступны.

При градуировке расходомера на предприятии-изготовителе дополнительно реализуется функция 16 (10 hex) протокола Modbus.rtu – запись данных в последовательность регистров области энергонезависимой памяти.

Эта возможность достигается аппаратным путем, который после градуировки расходомера устраняется, а место вмешательства защищается пломбированием расходомера.

Содержание поля данных

При реализации функции 04 протокола поле данных содержит адрес начального регистра и количество регистров. Адреса регистров и их содержание приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Адреса регистров	Параметр	Формат	
«Запрос 1»			
*Adr...Adr+1	Объемный расход, м ³ /ч	float	
Adr+2	Регистр состояния расходомера	int	
«Запрос 2»			
Adr+3	Цифровой идентификатор программного обеспечения	CRC-16	int
Adr+5... Adr+6	Наименование программного обеспечения	FLOW	ASCII
Adr+7...Adr+9	Идентификационное наименование программного обеспечения	PRAMER	ASCII
Adr+10	Идентификационный номер версии программного обеспечения	01	ASCII

* значение Adr = 40 (0x28). Регистры двухбайтовые, согласно протоколу первыми передаются старшие байты регистров.

При эксплуатации устанавливается два вида запросов: «Запрос 1» и «Запрос 2». При посылке сетевым контроллером «Запроса 1» расходомер возвращает значение текущего объемного расхода, м³/ч, и результат технической диагностики. «Запрос 2» используется при проведении периодической поверки для извлечения идентификационных данных программного обеспечения (ПО).

Допускается объединение двух запросов в один.

В регистре состояния расходомера Adr+2 значащими являются биты 0x0011.

Значения этих битов регистра соответствуют состоянию светодиодов диагностики «ПП» или «ВП», приведенных в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Значение регистра Adr+2	Характер свечения		Описание состояния расходомера
	«ПП»	«ВП»	
0x0011	постоянный		Функционирование расходомера
0x0001	прерывистый	постоянный	Отказ первичного преобразователя или кабеля связи
0x0010	постоянный	прерывистый	Отказ ПО вторичного преобразователя
0x0000	прерывистый		Аппаратный отказ вторичного преобразователя

Для представления выводимых параметров в расходомере приняты форматы float, ASCII и int.

Формат float IEEE 754

Байты	Byte3	Byte2	Byte 1	Byte 0
Содержимое	SEEE	MMMM	MMMM	MMMM

S – знаковый бит;

E – экспонента со смещением 127;

M – нормализованная мантисса, старший бит всегда равен 1.

Формат int (0x1234)

Байт	Byte 1	Byte 0
Содержимое	0x12	0x34

Циклический избыточный код CRC-16 вычисляется в соответствии со следующим алгоритмом из описания протокола Modbus.

```
unsigned char *puchMsg ; // A pointer to the message buffer
unsigned short usDataLen ; // The quantity of bytes in buffer.
// The function returns the CRC as a type unsigned short.
```

// CRC Generation Function

```
unsigned short CRC16(puchMsg, usDataLen)
unsigned char *puchMsg ; /* message to calculate CRC
upon */
unsigned short usDataLen ; /* quantity of bytes in message
*/
```

```

{

unsigned char uchCRCHi = 0xFF ; /* high CRC byte
initialized */
unsigned char uchCRCLo = 0xFF ; /* low CRC byte
initialized */
unsigned uIndex ; /* will index into CRC
lookup*/
/* table
*/
while (usDataLen--) /* pass through message buffer
*/
{
uIndex = uchCRCHi ^ *puchMsgg++ ; /* calculate the CRC
*/]
uchCRCHi = uchCRCLo ^ auchCRCHi[uIndex] ;
uchCRCLo = auchCRCLo[uIndex] ;
}
return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo) ;
}

```

High Order Byte Table

```

/* Table of CRC values for high-order byte */
static unsigned char auchCRCHi[] = {
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,
0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,
0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,

```

```

0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,
0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40
};

```

Low Order Byte Table

/* Table of CRC values for low-order byte */

```

static char auchCRCLo[] = {
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06,
0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD,
0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A,
0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4,
0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3,
0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4,
0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29,
0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED,
0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60,]
0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67,
0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68,
0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E,
0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71,
0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92,
0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B,
0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88, 0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B,
0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42,
0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80, 0x40
};

```

Приложение В (справочное)

Габаритные и установочные размеры первичных преобразователей расхода ПП20

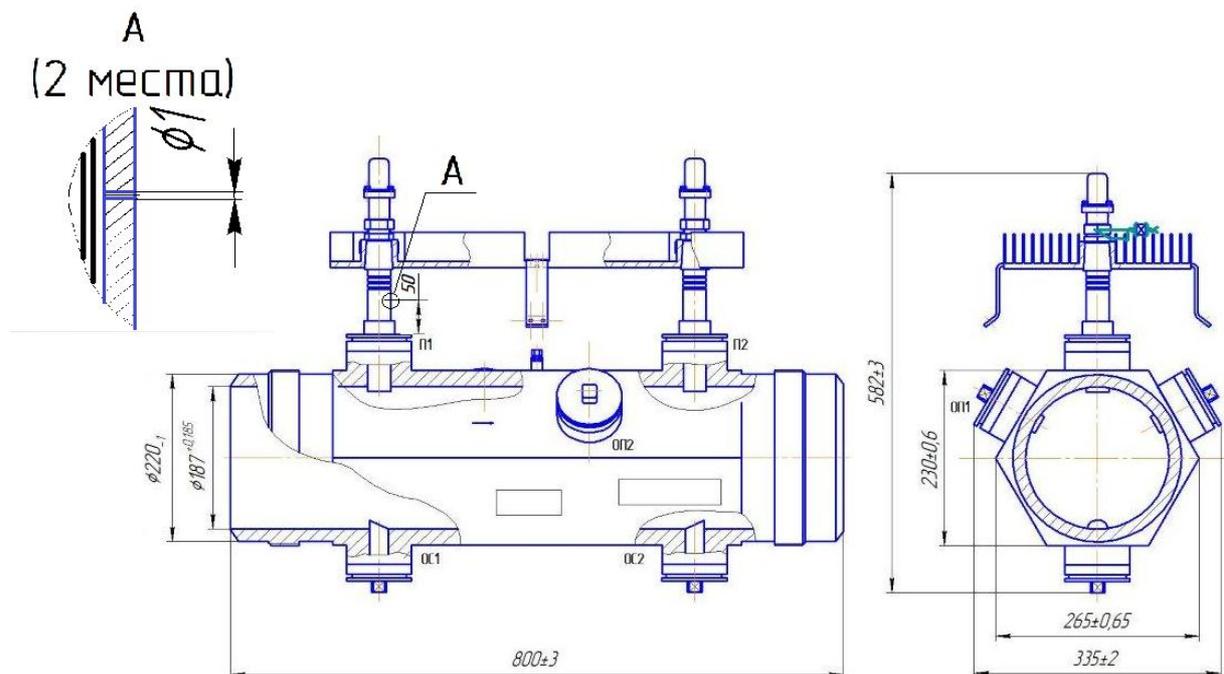


Рисунок В.1 – Габаритные и установочные размеры первичных преобразователей расхода ПП20 при эксплуатации

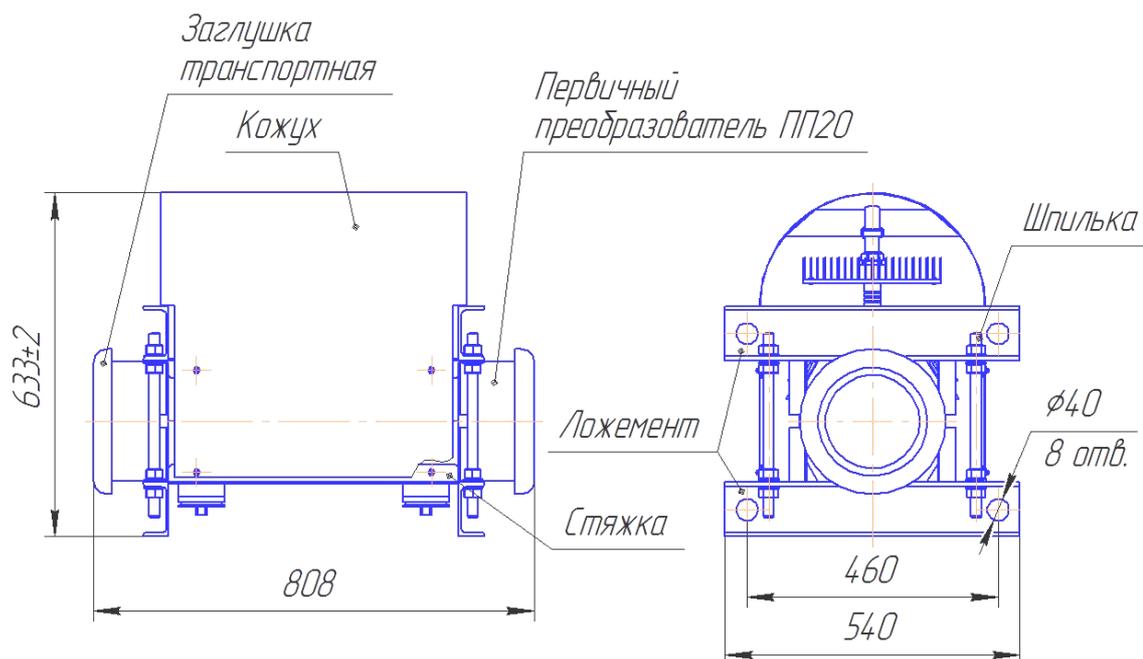
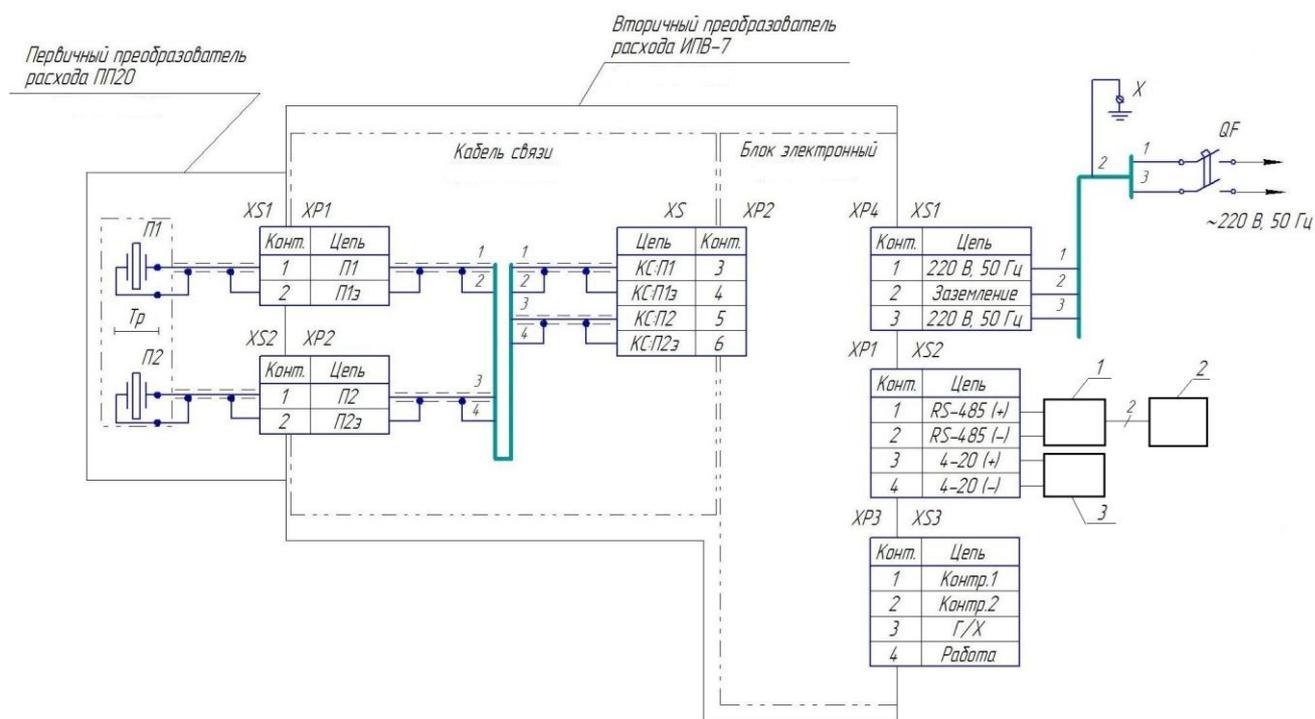


Рисунок В.2 – Габаритные и установочные размеры первичных преобразователей расхода ПП20 при такелажных и монтажных работах

Приложение Д (справочное)

Расходомер «ПРАМЕР-517». Схема подключения электрическая



1 – преобразователь интерфейсов USB-RS485 EL201-1; 2 – ПЭВМ с установленной программой верхнего уровня, ориентированной на шину MODBUS; 3 – амперметр

Рисунок Д.1

Приложение Ж
(обязательное)

Ведомость одиночного комплекта ЗИП

Таблица Ж.1

Обозначение	Наименование	Применяемость	Кол-во, компл., шт.	Примечание
<u>Запасные части</u>				
ЦПП22-1.11.00	Пьезопреобразователь	ЦПП22-1.00.00	2	Заменяются одновременно парой
ЦПП22-2.00.00	Вторичный преобразователь расхода ИПВ-7	ЦПП22-0.00.00	1	В составе с кабелем связи КС
АГО 481.303 ТУ	Вставка плавкая ВП1-1-1 250 В	ЦПП22-2.05.00	3	—
<u>Принадлежности</u>				
ЦПП22-2.08.00	Блок коммутаций	ЦПП22-4.00.00	1	Для проведения периодической поверки
<u>Материалы</u>				
ГОСТ 15866	Жидкость ПФМС-4	ЦПП22-1.00.00	50 мл	
Примечания 1 Одиночный комплект ЗИП размещается в отдельном ящике. 2 Поставляется с каждым расходомером «ПРАМЕР-517». 3 Заводской номер вторичного преобразователя расхода ИПВ-7 в составе ЗИП соответствует заводскому номеру вторичного преобразователя расхода ИПВ-7, входящего в состав расходомера, с дополнительным обозначением «ЗИП».				

Приложение И
(обязательное)

Ведомость группового комплекта ЗИП

Таблица И.1

Обозначение	Наименование	Применяемость	Кол-во, компл., шт.	Примечание
<u>Запасные части</u>				
ЦПП22-1.11.00	Пьезопреобразователь	ЦПП22-1.00.00	4	Заменяются одновременно парой
ЦПП22-2.00.00	Блок электронный	ЦПП22-0.00.00	6	Каждый электронный блок поставляется к определенному расходомеру
ЦПП22-3.00.00	Кабель связи КС	ЦПП22-0.00.00	2	
АГО 481.303 ТУ	Вставка плавкая ВП1-1-1 250 В	ЦПП22-2.05.00	6	
<u>Принадлежности</u>				
ЦПП22-2.08.00	Блок коммутаций	ЦПП22-5.00.00	1	Для проведения периодической поверки
<u>Материалы</u>				
ГОСТ 15866	Жидкость ПФМС-4	ЦПП22-1.00.00	50 мл	
Примечания 1 Групповой комплект ЗИП размещается в отдельном ящике. 2 Поставляется с партией в количестве шести экземпляров расходомеров «ПРАМЕР-517». 3 Заводские номера блоков электронных в составе ЗИП соответствуют заводским номерам вторичных преобразователей расхода ИПВ-7, входящих в состав расходомеров, с дополнительным обозначением «ЗИП».				

Приложение К (справочное)

Замена пьезопреобразователей первичного преобразователя расхода ПП20

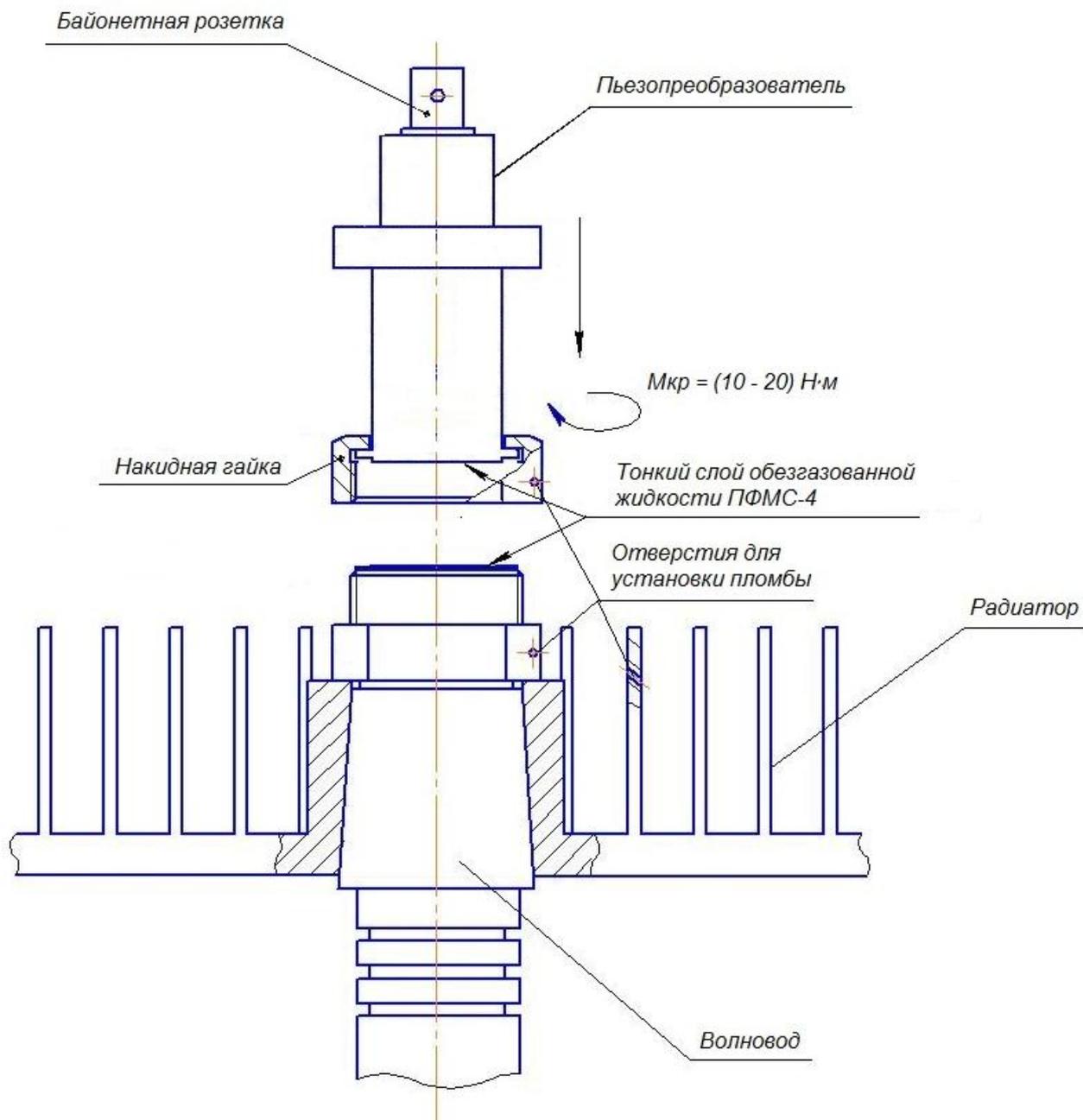


Рисунок К.1 - Замена пьезопреобразователей

Приложение Л
(справочное)

Устройство и работа расходомеров

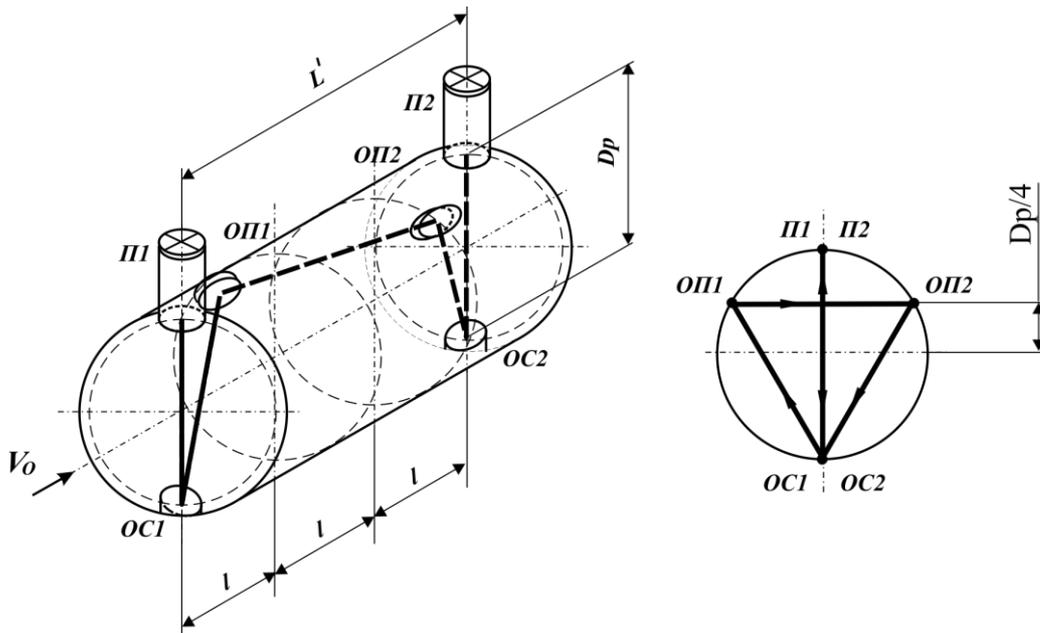


Рисунок Л.1 – Траектория зондирования проточной полости

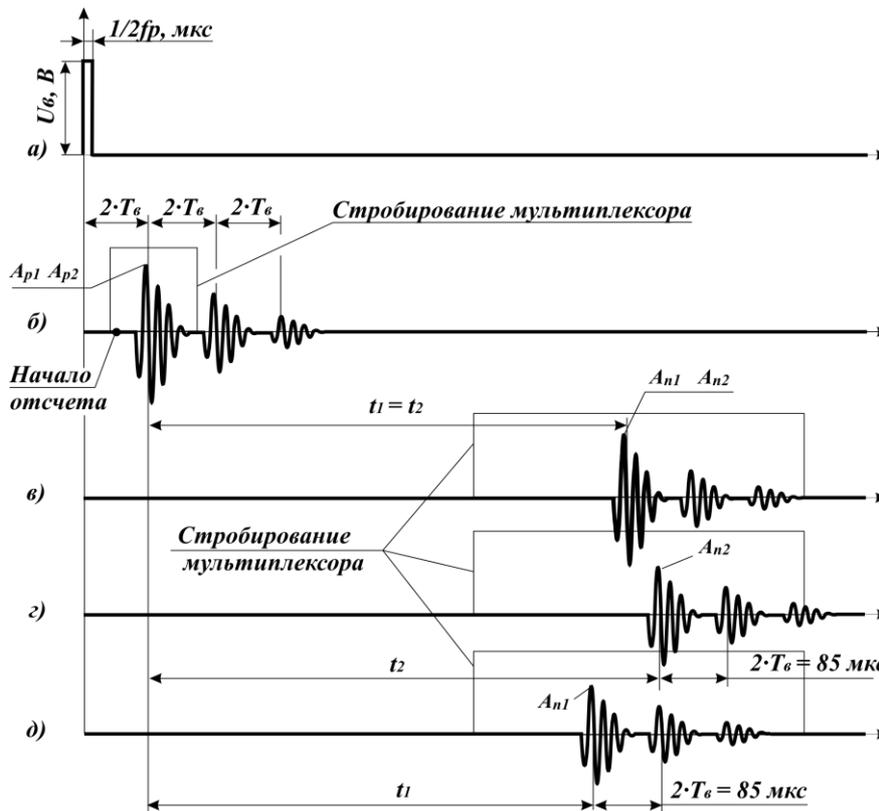


Рисунок Л.2 – Временные диаграммы возбуждающих и приемных сигналов

Приложение М (справочное)

Блок коммутаций. Внешний вид, органы управления, габаритные размеры и схема подключения

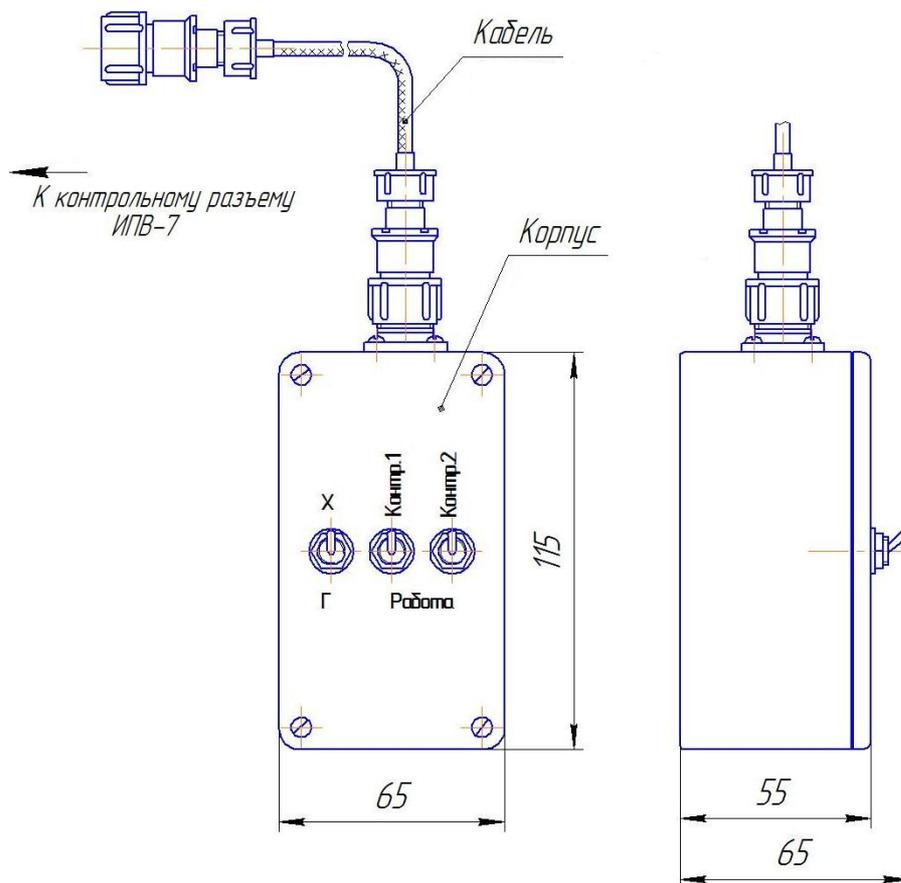


Рисунок М.1 – Внешний вид, органы управления и габаритные размеры

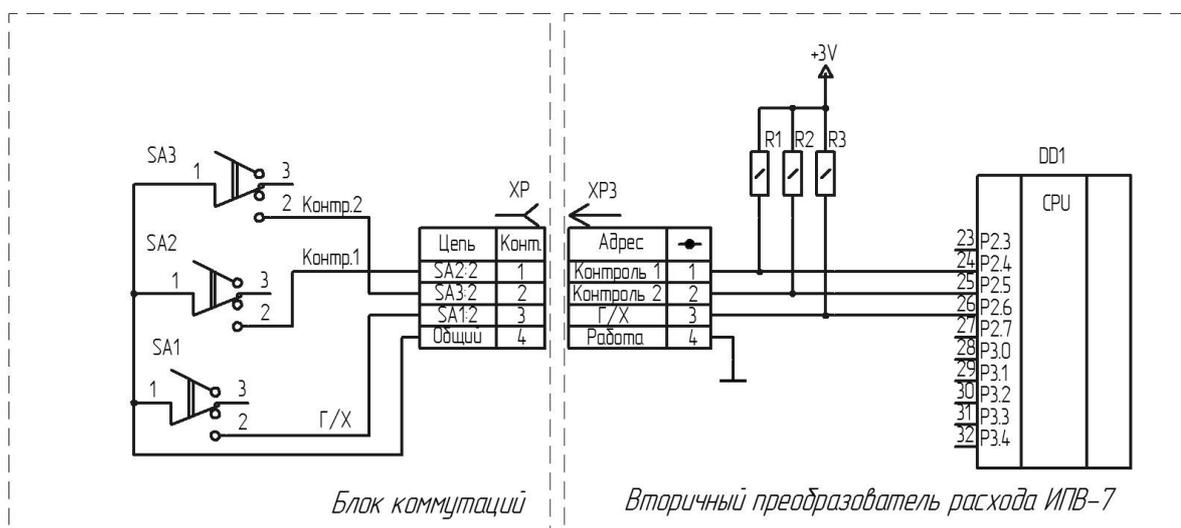


Рисунок М.2 – Схема подключения блока коммутаций и вторичного преобразователя расхода ИПВ-7

Приложение Н (обязательное)

Пломбирование расходомеров

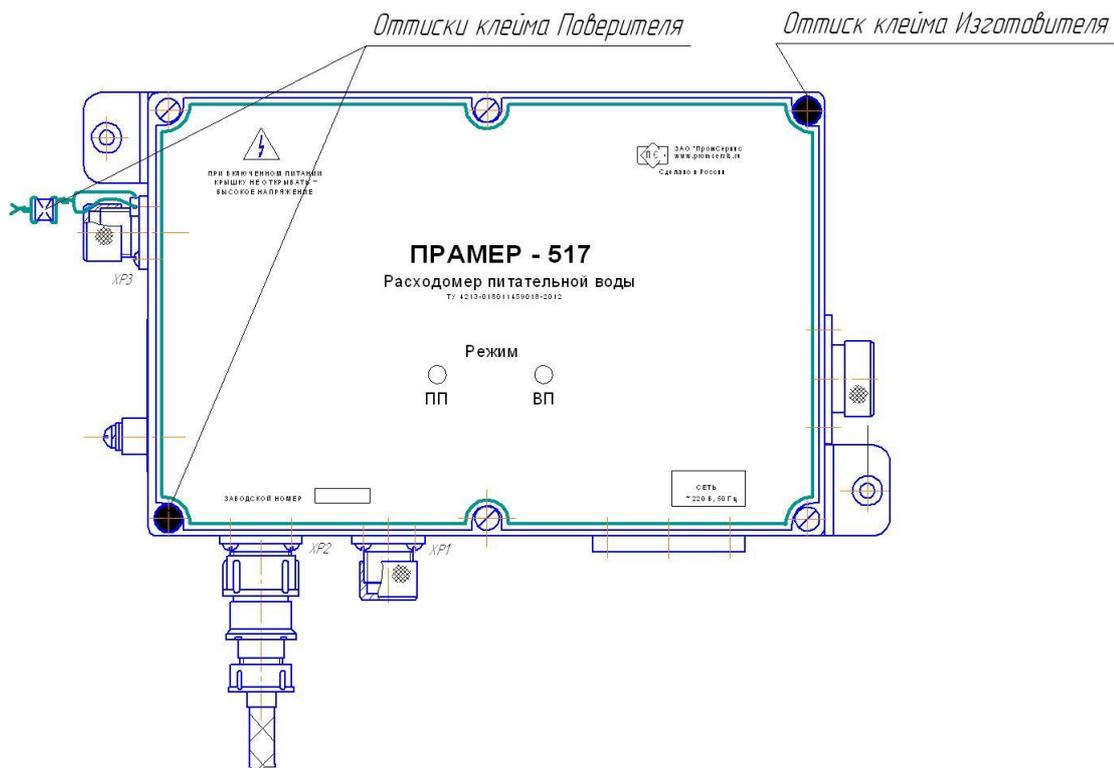


Рисунок Н.1 – Места пломбирования электронного блока вторичного преобразователя расхода ИПВ-7

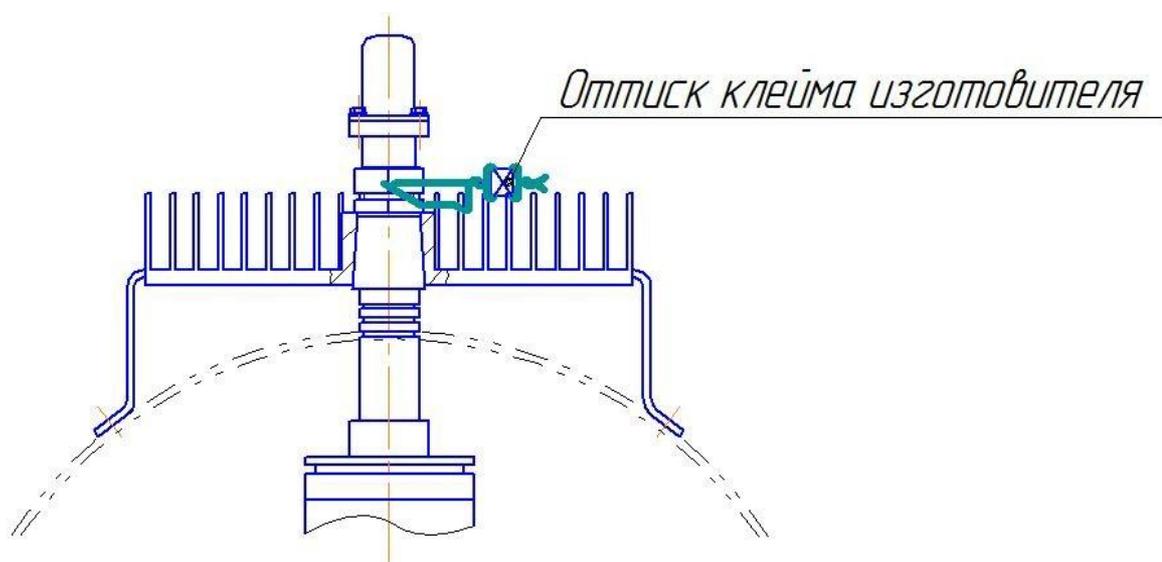


Рисунок Н.2 – Место пломбирования первичного преобразователя расхода ПП20

Приложение П (обязательное)

Схема установки расходомера «ПРАМЕР-517»

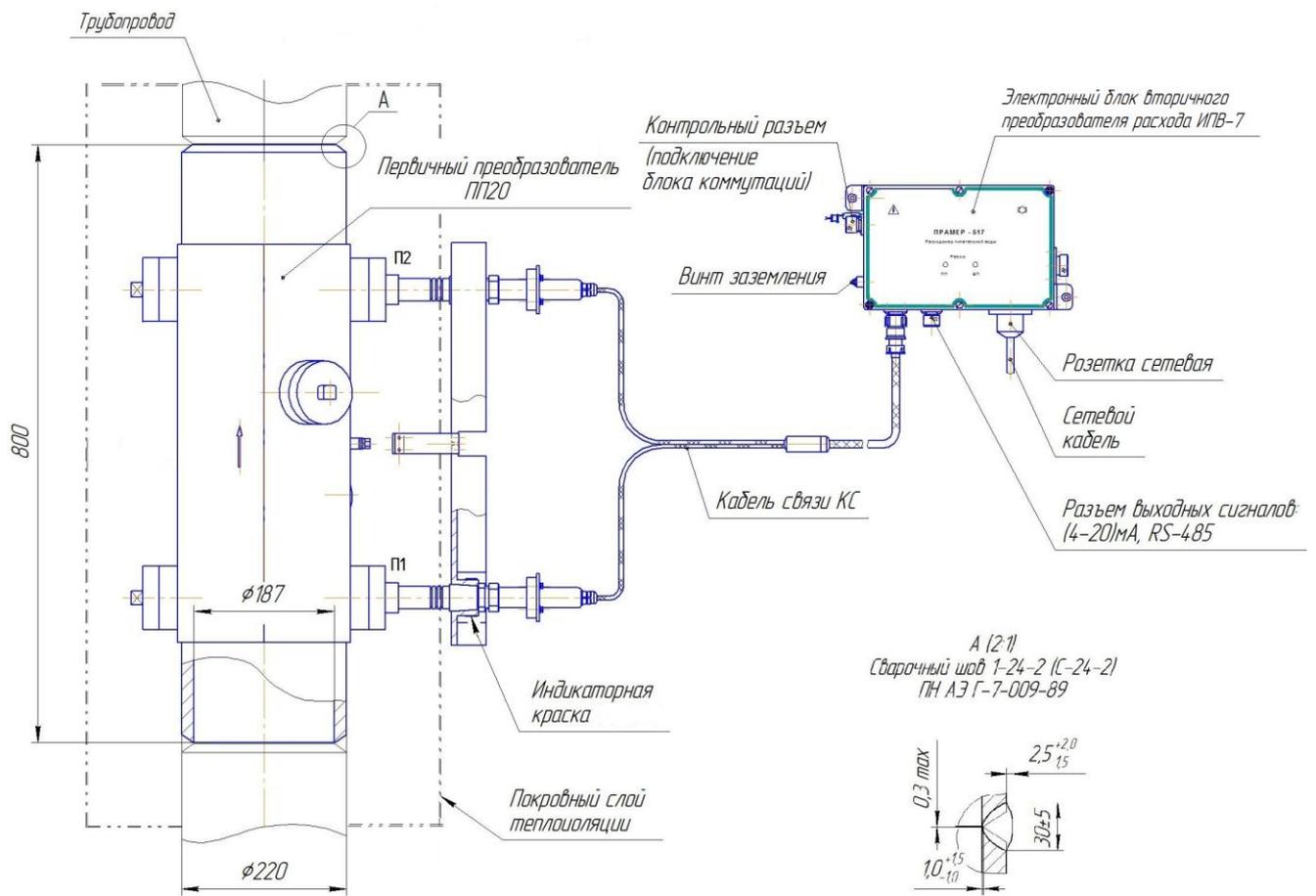


Рисунок П.1 – Общий вид смонтированного расходомера

Приложение Р
(обязательное)

Перечень регламентных работ

Таблица Р.1

Наименование производимых работ и методика проверки	Периодичность	Продолжительность выполнения работ
<p>1 Измерение электрического сопротивления изоляции цепей питания. Перед измерением необходимо обесточить цепь питания электронного блока вторичного преобразователя с помощью внешнего электрического разъединителя.</p> <p>Между цепями питания электронного блока вторичного преобразователя и его корпусом прикладывают напряжение 500 В постоянного тока, выдаваемого мегаомметром.</p> <p>Сопротивление изоляции, измеренное в нормальных условиях, должно быть не менее 20 МОм (при невозможности обеспечения нормальных климатических условий в условиях эксплуатации – не менее 1 МОм).</p>	Один раз в год	10 мин
<p>2 Проверка состояния наружного заземления. Проверку осуществляют путем внешнего осмотра места заземления.</p> <p>Заземляющие винты должны быть затянутыми, место присоединения заземляющего проводника должно быть тщательно зачищено.</p> <p>При необходимости, для предотвращения от коррозии заземляющие винты и место присоединения заземляющего проводника должны быть очищены и смазаны консистентной смазкой.</p>	Один раз в год	10 мин

Продолжение таблицы Р.1

Наименование производимых работ и методика проверки	Периодичность	Продолжительность выполнения работ
3 Проверка наличия крепежных деталей, целости и сохранности пломб. Проверку осуществляют путем внешнего осмотра места крепления и затяжки при необходимости крепежных деталей.	Один раз в год	10 мин
4 Периодическая поверка расходомера. Поверку проводят в соответствии с документом 4213-032-12560879 МП	Один раз в год	20 мин

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72	Казань (843)206-01-48	Новокузнецк (3843)20-46-81	Смоленск (4812)29-41-54
Астана +7(7172)727-132	Калининград (4012)72-03-81	Новосибирск (383)227-86-73	Сочи (862)225-72-31
Астрахань (8512)99-46-04	Калуга (4842)92-23-67	Омск (3812)21-46-40	Ставрополь (8652)20-65-13
Барнаул (3852)73-04-60	Кемерово (3842)65-04-62	Орел (4862)44-53-42	Сургут (3462)77-98-35
Белгород (4722)40-23-64	Киров (8332)68-02-04	Оренбург (3532)37-68-04	Тверь (4822)63-31-35
Брянск (4832)59-03-52	Краснодар (861)203-40-90	Пенза (8412)22-31-16	Томск (3822)98-41-53
Владивосток (423)249-28-31	Красноярск (391)204-63-61	Пермь (342)205-81-47	Тула (4872)74-02-29
Волгоград (844)278-03-48	Курск (4712)77-13-04	Ростов-на-Дону (863)308-18-15	Тюмень (3452)66-21-18
Вологда (8172)26-41-59	Липецк (4742)52-20-81	Рязань (4912)46-61-64	Ульяновск (8422)24-23-59
Воронеж (473)204-51-73	Магнитогорск (3519)55-03-13	Самара (846)206-03-16	Уфа (347)229-48-12
Екатеринбург (343)384-55-89	Москва (495)268-04-70	Санкт-Петербург (812)309-46-40	Хабаровск (4212)92-98-04
Иваново (4932)77-34-06	Мурманск (8152)59-64-93	Саратов (845)249-38-78	Челябинск (351)202-03-61
Ижевск (3412)26-03-58	Набережные Челны (8552)20-53-41	Севастополь (8692)22-31-93	Череповец (8202)49-02-64
Иркутск (395) 279-98-46	Нижний Новгород (831)429-08-12	Симферополь (3652)67-13-56	Ярославль (4852)69-52-93

Киргизия (996)312-96-26-47

Казахстан (772)734-952-31

Таджикистан (992)427-82-92-69

Эл. почта: pvr@nt-rt.ru || Сайт: <http://promserv.nt-rt.ru/>