научно-производственное предприятие
УРАЛТЕХНОЛОГИЯ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
СМАФ.407251.004-03 РЭ

Расходомеры-счетчики КАРАТ-523-С

ООО НПП «Уралтехнология» является правообладателем торговой марки «КАРАТ» (свидетельство № 356446 от 5 августа 2008 г.).

Система менеджмента качества ООО НПП «Уралтехнология» соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015).

Компания ООО НПП «Уралтехнология» является членом СРО Ассоциации Отечественных производителей приборов учета «Метрология Энергосбережения».

www.karat-npo.com

Производитель - ООО НПП «Уралтехнология»

МОСКОВСКИЙ ФИЛИАЛ:
127549, РОССИЯ, г. Москва, ул. Бибиревская, д. 8, корп. 1, оф. 509
тел.: (495) 290-30-75; e-mail: msk@karat-npo.ru

СИБИРСКИЙ ФИЛИАЛ:
630102, РОССИЯ, г. Новосибирск, ул. Гурьевская, д.37А
тел.: (383) 349-99-97, 269-34-35; e-mail: novosib@karat-npo.ru

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ:
454007, РОССИЯ, г. Челябинск, ул. Первой Пятилетки, 59, оф. 2
тел.: (351) 729-99-04, 247-97-54; e-mail: chel@karat-npo.ru

ЗАПАДНО-УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ:
614081, РОССИЯ, г. Пермь, ул. Кронштадтская, 39, корп. А
тел.: (342) 257-16-04; e-mail: perm@karat-npo.ru

КРАСНОДАРСКИЙ ФИЛИАЛ:
350059, РОССИЯ, г. Краснодар, ул. Старокубанская 122, оф. 4
тел.: (861) 201-61-01; e-mail: krasnodar@karat-npo.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ 6
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА 7
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 7
1.2. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ 7
1.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 9
1.3.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 9
1.3.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ 11
1.3.4. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ 12
1.3.5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ 12
1.3.6. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ 13
1.3.7. УСТОЙЧИВОСТЬ В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ 13
1.3.8. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЁЖНОСТИ 13
1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА 14
1.4.1. УСТРОЙСТВО ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ 15
1.4.2. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА 16
1.4.3. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ 17
1.4.4. АРХИВИРОВАНИЕ ДАННЫХ 17
1.4.5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 18
1.4.6. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ 19
1.4.6.1. ОПТИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС IRDA 19
1.4.6.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ВЫХОДОВ 20
1.4.6.3. ИНТЕРФЕЙС M-BUS 21
1.4.6.4. ИНТЕРФЕЙС RS-485 21
1.4.6.5. ИНТЕРФЕЙС LORAWAN 21
1.4.6.6. ИНТЕРФЕЙС NBIOT 22
1.5. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 22
1.5.1. ПАРАМЕТРЫ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ РЕЖИМАМИ ОТОБРАЖЕНИЯ 25
1.5.1.1. РЕЖИМ РАСШИРЕННОЙ ТОЧНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯ 25
1.5.1.2. АКТИВАЦИЯ/ДЕАКТИВАЦИЯ РАДИОИНТЕРФЕЙСА 26
1.6. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ 27

1.6.1. МАРКИРОВКА 27
1.6.2. ПЛОМБИРОВАНИЕ 28
1.7. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ 28
1.8. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА 29
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ 29
2.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ 29
2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРА РАСХОДОМЕРА 30
2.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ 31
2.4. ПОРЯДОК РАБОТЫ 31
2.5. ДЕМОНТАЖ РАСХОДОМЕРА 32
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 32
4. ПОВЕРКА 33
5. РЕМОНТ 33
6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ 33
7. УТИЛИЗАЦИЯ 34
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ТРЕБОВАНИЯ К ДЛИНЕ ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ 35
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ РАСХОДОМЕРОВ 36

ВВЕДЕНИЕ

Расходомеры-счетчики КАРАТ-523 разработаны и производятся ООО НПП «Уралтехнология».

Исключительное право НПП «Уралтехнология» на данную разработку защищается законом Российской Федерации.

Воспроизведение любыми способами расходомеров-счетчиков КАРАТ-523 и (или) их компонентов (внешнего вида, конструктивных решений, программного обеспечения) может осуществляться только по лицензии НПП «Уралтехнология».

Сведения об утверждении типа Расходомеры-счётчики КАРАТ-523 внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на модификацию «С» расходомеров-счетчиков КАРАТ-523 и предназначается для изучения их устройства, работы и эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

Ду – типоразмер расходомера или диаметр условного прохода;

КБ – коммуникационный блок;

КД – конструкторская документация;

КС – контрольная сумма;

ИБ – измерительный блок;

МВ – монтажная вставка;

ПО – программное обеспечение;

ПП – первичный преобразователь расхода;

ПС – паспорт прибора;

ПЧ – проточная часть первичного преобразователя расхода;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СИ – средство измерений;

ТУ – технические условия;

ЭБ – электронный блок

ЭД – эксплуатационная документация;

ГВС – горячее водоснабжение (система, подсистема, трубопровод);

ЖКИ – жидкокристаллический индикатор;

КМЧ – комплект монтажных частей;

ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь;

ХВС – холодное водоснабжение (система, подсистема, трубопровод);

IrDA – порт инфракрасного оптического интерфейса;

q_{min} – минимальный предел измерения расхода;

q_t – переходное значение расхода (изменяется допускаемая погрешность);

q_{nom} – номинальное значение расхода;

q_{max} – максимальный предел измерения расхода;

у/з – ультразвуковой (например, сигнал/импульс);

ч/и – числоимпульсный (например, вход/выход или сигнал);

э/м – электромагнитная (например, совместимость).

ЭНЕРГОКабинет – программно-аппаратная платформа для обеспечения потребностей коммерческого и технологического учёта энергоресурсов юридических и физических лиц (по вопросам подключения и настройки обращайтесь службу технической поддержки КАРАТ).

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Расходомеры-счётчики КАРАТ-523 модификации С (далее – расходомеры или приборы) предназначены для измерения объёмного расхода и объёма воды (рабочей среды) в заполненных напорных трубопроводах.

Расходомеры применяются в условиях круглосуточной эксплуатации на объектах ЖКХ и промышленности на имеющих риск затопления (затапливаемых) и не затапливаемых объектах в качестве:

- автономных измерительных преобразователей расхода/счётчиков воды, счетчиков воды в системах холодного (ХВС) и горячего (ГВС) водоснабжения;
- измерительных преобразователей (датчиков) расхода или счетчиков воды, входящих в состав:
  - теплосчётчиков;
  - измерительных комплексов;
  - узлов коммерческого и технологического учёта тепловой энергии, ГВС, ХВС;
  - автоматизированных информационно-измерительных систем;
  - систем контроля и регулирования технологических процессов.

1.2. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

Расходомеры выпускаются в соответствии с ТУ 26.51.63-028-32277111-2024, представляют собой микропроцессорные измерительно-вычисли-тельные устройства с различными видами выходных сигналов, которые соответствуют требованиям серии ГОСТ Р ЕН 1434-2011 (при использовании вставок-адаптеров), ГОСТ Р 50193.1-92, ГОСТ Р 51649-2014, ГОСТ Р 52931-2008 в части исполнения требований ТУ и КД.

Расходомеры модификации «С» имеют следующие общие характеристики:

- одинаковую степень защиты прибора от воды и пыли;
- производят измерение (объёмного расхода, объёма воды):
  - прямого потока с нормированными пределами погрешности;
  - обратного потока с ненормированными пределами погрешности;
- обеспечивают передачу измерительных сигналов (данных);
  - на внешние регистрирующие устройства посредством:
    - передачи ч/и сигналов через импульсные выходы прибора;
    - одного из интерфейсов обмена (RS-485, M-Bus, LoRaWAN, NBIoT);
  - путём визуального отображения данных на экране ЖКИ;
- на все приборы установлен порт оптического интерфейса IrDA, используемый как резервный канал управления и прочтения архива;
- наличие встроенного источника питания.

Модификация «С» выпускается в исполнениях, которые отличаются:

- типоразмерами – Ду корпуса первичного преобразователя и установочными размерами;
- материалом проточной части:
  - Ду (20 - 80) – латунь;
  - Ду100 – нержавеющая сталь;
- элементами монтажа в трубопровод – штуцерными или фланцевыми;

- типами интерфейсов связи (RS-485, M-Bus, LoRaWAN, NBIoT);
- классами точности;
- диапазонами температуры рабочей среды;
- видом основного источника питания.

Расходомер конструктивно состоит из первичного преобразователя (ПП) расхода и электронного блока (ЭБ). ЭБ представляет собой программируемое измерительно-вычислительное устройство, состоящее из измерительного блока (ИБ) и коммуникационного блока (КБ). Измерительный и коммуникационный блоки находятся в разных защитных оболочках (корпусах), электрически соединённых между собой соединительным кабелем. Защитная оболочка (корпус) измерительного блока составляет единое целое с первичным преобразователем. Защитная оболочка (корпус) коммуникационного блока может механически присоединяться к корпусу измерительного блока, или устанавливаться отдельно в пределах длины соединительного кабеля.

Пример обозначения расходомеров в технической документации:

КАРАТ-523 – С – СП – 50 – 1 – Т150 – НП – RS
1 2 3 4 5 6 7 8

1 – Обозначение модельного ряда расходомеров – **КАРАТ-523**.

2 – Модификация – **С** – IP65/IP68 – **С** – кабель между ИБ и КБ без разъёма;
– **Ср** – кабель между ИБ и КБ с разъёмом IP68.

3 – Исполнение корпуса электронного блока – **СП** – сплит.

4 – Типоразмер, мм - Ду – **20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100**.

5 – Класс точности – **1** – смотрите таблицу 3;
– **2** – смотрите таблицу 3.

6 – Диапазон температуры рабочей среды, °С – **Т90** – от 0 до 90;
– **Т150** – от 0 до 150.

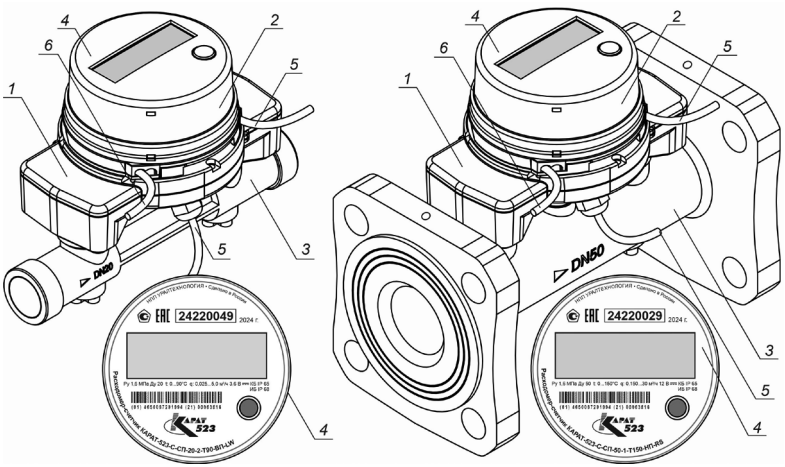
7 – Основной источник питания – **НП** – внешний источник питания;
– **ВП** – встроенный источник питания.

8 – Тип установленного интерфейса обмена – **RS** – интерфейс RS-485 и импульсный выход;
– **MB** – интерфейс M-Bus и импульсный выход;
– **LW** – радиоинтерфейс LoRaWAN;
– **NB** – радиоинтерфейс NBIoT;
– **ИВ** – импульсный выход.

Базовое исполнение модификации «С» включает в себя:

- два ч/и выхода (с оптронной гальванической) развязкой;
- порт оптического инфракрасного интерфейса IrDA;
- жидкокристаллический индикаторный дисплей.

Внешний вид расходомеров представлен на рисунке 1.



1 – измерительный блок (ИБ); 2 – коммуникационный блок (КБ); 3 – проточная часть (от Ду20 до Ду40 под штуцерное соединение, от Ду50 до Ду100 под фланцевое соединение); 4 – маркировка расходомера; 5 – кабель соединительный (электрически соединяет измерительный и коммуникационный блоки); 6 – кабель коммуникационный (обеспечивает подключение: проводного интерфейса обмена, числоимпульсных выходов, внешнего источника питания)

Рисунок 1 *– Внешний вид расходомеров*

1.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.3.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Расходомеры имеют установленные технические и метрологические характеристики, которые представлены ниже.

Таблица 1 *– Диапазоны измерения расхода и вес импульса*

Моди-фикация	Ду, мм	Значения измерения расхода, м³/ч:					Вес импульса, л/имп.[1)]
		порог чувствитель-ности	q_{min}	q_t	q_{nom}	q_{max}	
С	20	0,016	0,025	0,05	2,5	5,0	10,0
	25	0,024	0,035	0,07	3,5	7,0	10,0
	32	0,040	0,060	0,12	6,0	12,0	10,0
	40	0,066	0,100	0,20	10,0	20,0	10,0
	50	0,100	0,150	0,30	15,0	30,0	10,0
	65	0,170	0,250	0,50	25,0	50,0	100,0
	80	0,260	0,400	0,80	40,0	80,0	100,0
	100	0,400	0,600	1,00	60,0	120,0	100,0
1) – По предварительному заказу возможна установка другого веса импульса							

Емкость индикаторного устройства расходомера составляет 99999,999 м³, цена наименьшего деления счетного устройства – 0,0001 м³.

Таблица 2 *– Габаритные размеры и масса*

Модификация	Ду, мм	Габаритные размеры, мм, не более:			Масса, кг, не более
		длина	ширина	высота	
С	20	190	100	140	1,5
	25	200	100	140	1,6
	32	200	100	145	1,7
	40	220	100	155	2,6
	50	220	125	195	5,8
	65	220	160	217	7,5
	80	220	160	217	8,6
	100	250	215	375	14,0

Таблица 3 *– Пределы допускаемой относительной погрешности при измерениях объёмного расхода и объёма*

Диапазон измерения расхода	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерениях объёмного расхода и объёма, %	
	класс точности 1	класс точности 2
от q_t до q_{max}	±1,0	±2,0
от q_{min} до q_t [1)]	±2,0	±5,0
[1)] – Исключая значение величины		

Расходомеры сохраняют работоспособность при избыточном давлении в трубопроводе до 1,6 МПа включительно.

Расходомеры сохраняют герметичность проточной части (гидравлическую прочность) при избыточном давлении до 2,5 МПа включительно.

При работе расходомеров давление на выходе из ПП должно быть не менее:

- 0,05 МПа – для типоразмеров Ду20, Ду25, Ду32;
- 0,1 МПа – для типоразмеров Ду40, Ду50, Ду65, Ду80, Ду100.

Длина соединительного кабеля (позиция 5, рис. 1) – не менее 2,3 м (по заказу 5,0 м). Кабель может выпускаться с соединительным разъёмом, имеющим степень защиты IP68, что позволяет помещать коммуникационный блок расходомера в защитную оболочку (например, монтажный шкаф) со степенью защиты IP68.

Длина коммуникационного кабеля (позиция 6, рис. 1) – не менее 1,3 м (по заказу 5,0 м).

На корпусе ПП конструкционно предусмотрена возможность установки клемм защитного заземления при монтаже прибора в трубопровод.

Степень защиты корпуса прибора от попадания пыли и воды, ГОСТ 14254-2015:

- корпус первичного преобразователя и корпус измерительного блока – IP68;
- корпус коммуникационного блока – IP65.

1.3.2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Потери давления соответствуют разделу 6.19 ГОСТ Р ЕН 1434-4-2011 с параметрами, определёнными разделом 6 ГОСТ Р 50193.1-92 не более 0,063 МПа. Графики потерь давления по типоразмерам изображены на рисунке 2.

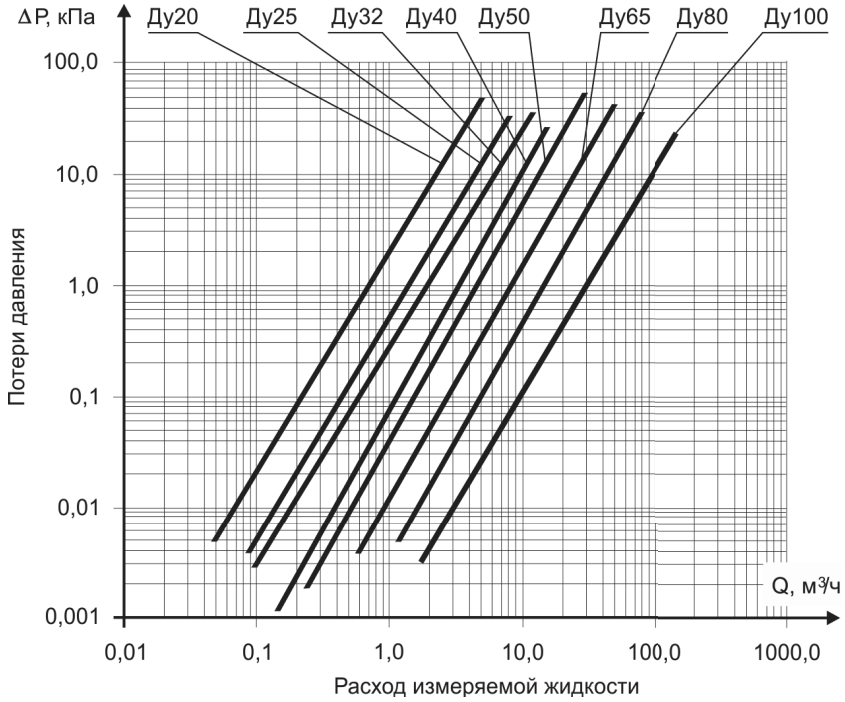


***Рисунок 2** – Номограмма потерь давления для расходомеров*

1.3.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Питание приборов осуществляется от внешнего и/или встроенного источника:

- внешний источник питания используется для расходомеров с проводными интерфейсами обмена, встроенный источник питания устанавливается по умолчанию, ограничений по частоте и продолжительности сеансов связи интерфейсов обмена с приборами верхнего уровня нет;
- встроенный источник питания устанавливается в приборы с радиоинтерфейсами, в этом случае следует придерживаться ограничений по частоте и продолжительности сеансов связи:
  - LoRaWAN – не более 2-х сеансов связи в день;
  - NBIoT – не более 1-го сеанса связи в семь дней.

Характеристики электропитания приведены в таблице 4.

Таблица 4 *– Характеристики источников электропитания*

Наименование характеристики	Значение
Встроенный источник питания постоянного тока:[1)] - литиевый элемент питания напряжением, В	от 3,4 до 3,8
Внешний источник питания постоянного тока:[2)] - выходное стабилизированное напряжение, В - ток нагрузки, мА, не менее	от 8 до 22 100

[1)] – устанавливается внутри корпуса коммуникационного блока.
[2)] – рекомендуются к использованию источники с сертификатом соответствия требованиям стандартов по электробезопасности по ГОСТ IEC 60065-2013 (ГОСТ Р МЭК 60065-2002) и э/м совместимости по ГОСТ 51318.14.1-2006

При отключении внешнего источника питания расходомер автоматически переходит на работу от встроенного источника, при этом проводные интерфейсы обмена перестают функционировать, измеряемые данные отображаются на ЖКИ расходомера и могут передаваться по оптическому интерфейсу IrDA.

1.3.4. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

В качестве рабочей среды используется вода, протекающая в заполненных напорных трубопроводах. Качество воды для расходомеров должно соответствовать:

- СанПиН 2.1.3684-21 «IV. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения»;
- «Типовой инструкции по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения», приказ Госстроя РФ от 13.12.2000 №285, раздел 6 «Эксплуатация тепловых сетей и тепловых пунктов»;
- СП 124.13330.2012 «Тепловые сети», раздел «Схемы тепловых сетей».

Требованиям к характеристикам рабочей среды, представлены в таблице 5.

Таблица 5 *– Характеристики рабочей среды*

Наименование характеристики	Значение	
Диапазон температур, °С	от 0 до 90	от 0 до 150
Максимальное рабочее давление, МПа	1,6	
Содержание твёрдых и газообразных веществ, % от объёма, не более	1	

1.3.5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Расходомеры сохраняют метрологические и эксплуатационные характеристики при работе в окружающей среде, которая соответствуют требованиям таблицы 6.

Таблица 6 – *Характеристики окружающей среды*

Наименование характеристики	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	от 0 до 55
Относительная влажность, %, не более	80
Атмосферное давление, кПа	84 -106,7

Защитная оболочка IP68 обеспечивает работоспособность ПП и ИБ расходомера в условиях:

Глубина погружения в воду, м, не более – 5,0 м;

Время пребывания в водной среде, ч, не более – 1100 ч.

1.3.6. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Расходомеры устойчивы:

- к электростатическим разрядам степени жёсткости 2 для контактных разрядов и степени жёсткости 3 для воздушных разрядов ГОСТ 30804.4.2-2013, и по критерию качества функционирования должны относиться к классу В;
- к радиочастотному электромагнитному (э/м) полю по ГОСТ 30804.4.3-2013, с параметрами, определёнными в таблице 2 ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014, по критерию качества функционирования должны относиться к классу А;
- к наносекундным импульсным помехам степени жесткости испытаний 3 для цепей сигналов ввода/вывода и по критерию качества функционирования должны относиться по ГОСТ 30804.4.4-2013;
- к микросекундным импульсным помехам большой энергии степени жесткости испытаний 2 для цепей сигналов ввода/вывода и по критерию качества функционирования должны относиться к классу В по ГОСТ Р 51317.4.5-99;
- к кондуктивным помехам, наведёнными радиочастотными э/м полями степени жёсткости испытаний 2 для портов ввода/вывода и по критерию качества функционирования должны относиться к классу А по ГОСТ Р 51317.4.6-99.

1.3.7. УСТОЙЧИВОСТЬ В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ

Расходомеры, подключённые к источнику внешнего питания, сохраняют свои метрологические характеристики в диапазонах отклонения напряжения питания:

$$U_{max} = 1{,}1 \cdot U_{пит\ max}\ (\text{при } U_{пит\ max} = 22\ В);$$
$$U_{min} = 0{,}85 \cdot U_{пит\ min}\ (\text{при } U_{пит\ min} = 8\ В).$$

В процессе эксплуатации расходомеры устойчивы:

- к воздействию синусоидальной вибрации частотой в диапазоне (10–55) Гц, амплитудой смещения 0,35 мм, по группе N2 по ГОСТ Р 52931-2008;
- к воздействию статического магнитного поля в соответствии с разделом 6.16 ГОСТ Р ЕН 1434-4-2011;
- к воздействию постоянных магнитных полей и переменных магнитных полей сетевой частоты напряженностью до 100 А/м.

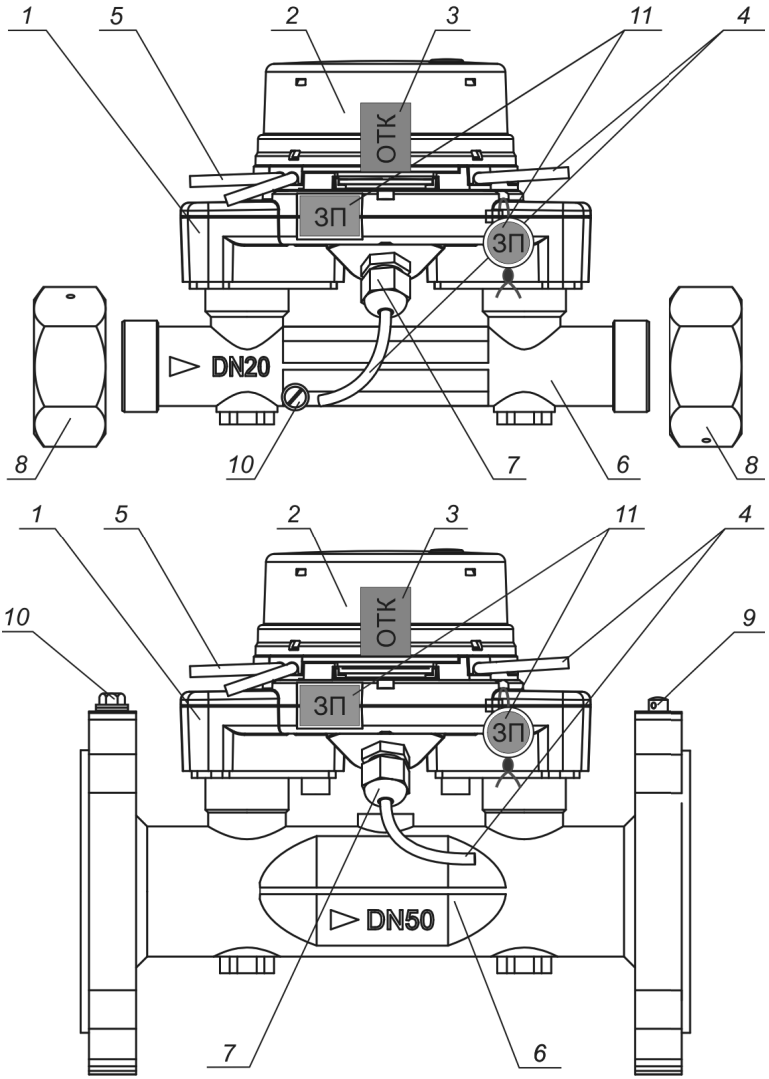
1.3.8. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЁЖНОСТИ

Расходомеры отвечают следующим характеристикам надёжности:

- средняя наработка на отказ – 75000 ч. Критерием отказа считают отсутствие выходных сигналов или индикации при наличии потока рабочей среды в проточной части прибора;
- средний срок службы расходомера – 12 лет;
- время хранения данных в энергонезависимой памяти прибора – 12 лет.

1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Расходомеры конструктивно состоят из первичного преобразователя расхода (ПП) и электронного блока (ЭБ), смотрите рисунок 3.



1 – измерительный блок; 2 – коммуникационный блок; 3 – место расположения пломбы ОТК; 4 – кабель соединительный; 5 – кабель коммуникационный; 6 – первичный преобразователь; 7 – кабельный ввод; 8 – накидная гайка с отверстием под пломбирование эксплуатирующей организацией; 9 – винт пломбировочный; 10 – крепёж заземления; 11 – место расположения пломбы с нанесённым знаком поверки

Рисунок 3 – *Устройство расходомеров*

1.4.1. УСТРОЙСТВО ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Первичный преобразователь расхода, смотрите рисунок 4, включает в себя:

- проточную часть первичного преобразователя;
- измерительный тракт.

Функционально ПП обеспечивает:

- приём/передачу измерительных электрических сигналов от/на ЭБ;
- преобразование электрических сигналов в у/з сигналы и обратно;
- направленное движение у/з сигналов по траектории измерительного тракта.

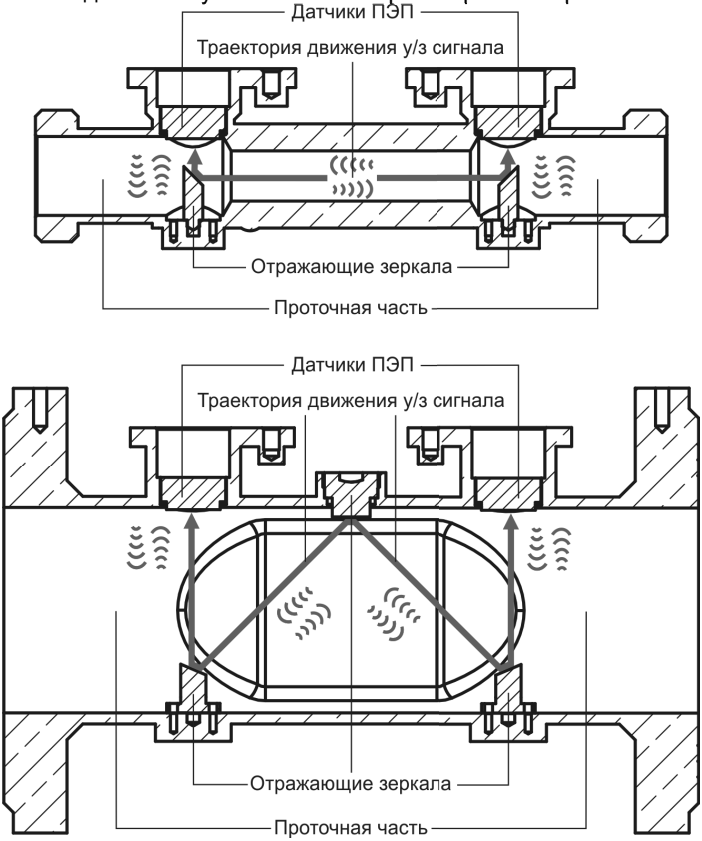


Рисунок 4 – *Принципиальная схема устройства и работы ПП*

Проточная часть выполнена в виде трубы под фланцевое или штуцерное присоединение к трубопроводу. В проточной части установлены элементы измерительного тракта.

Измерительный тракт состоит из 2-х датчиков с пьезоэлектрическими преобразователями (датчиков ПЭП), преобразующих электрические измерительные сигналы от ЭБ в ультразвуковые и наоборот, а также отражающих зеркал. Количество отражающих зеркал зависит от типоразмера расходомера. Датчики ПЭП и отражающие зеркала жёстко зафиксированы в корпусе проточной части, поэтому у/з сигналы, проходя по измерительному

тракту, сохраняют неизменную, строго повторяющуюся траекторию движения, рисунок 4.

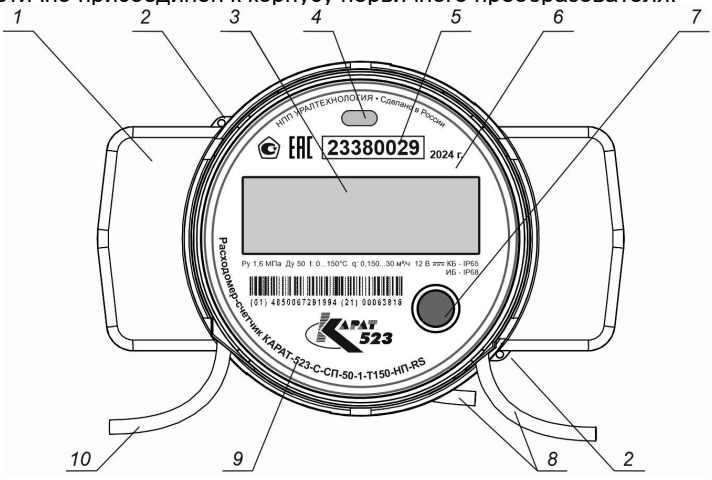
Траекторией движения у/з сигнала по измерительному тракту называют совокупность условно проведённых прямых линий от одного датчика ПЭП до другого, соединяющих центры излучающих поверхностей датчиков ПЭП с центрами отражающих зеркал, рисунок 4.

В зависимости от типоразмера, расходомеры по-разному присоединяется к трубопроводу:

- от Ду15 до Ду40 – резьбовое (штуцерное) присоединение;
- от Ду50 до Ду100 – фланцевое присоединение.

1.4.2. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА

Электронный блок (рисунок 5) представляет собой программируемое измерительно-вычислительное устройство, состоящее из измерительного и коммуникационного блоков (ИБ и КБ). Расходомеры модификации С выпускаются в исполнении сплит (СП) – ИБ и КБ размещаются в отдельных защитных оболочках (корпусах). Блоки электрически соединены между собой. Корпус КБ может механически присоединяться к корпусу ИБ или устанавливаться отдельно, в пределах длины соединительного кабеля. Корпус ИБ герметично присоединён к корпусу первичного преобразователя.



1 – измерительный блок; 2 – прилив пломбировочный; 3 – экран жидкокристаллического индикатора; 4 – порт оптического инфракрасного интерфейса IrDA; 5 – заводской номер расходомера; 6 – коммуникационный блок; 7 – кнопка управления меню расходомера; 8 – кабель соединительный; 9 – условное обозначение расходомера; 10 – коммуникационный кабель

Рисунок 5 – *Внешний вид электронного блока*

Измерительный блок функционально обеспечивает:

- измерение времени прохождения у/з сигналов по направлению движения потока воды и времени прохождения у/з сигналов против движения потока воды, поочерёдно подавая электрические сигналы на датчики ПЭП, и определение разности времени прохождения у/з сигналов по потоку и против потока;
- преобразование измеренной разности времени прохождения (по потоку/против потока):

- в мгновенные значения расхода, и передачу полученных данных в коммуникационный блок по контактному цифровому интерфейсу связи;
- преобразование расхода в объем, накопление объема (текущее интегральное значение прошедшего объема с момента изготовления или последнего обнуления), передачу данных в коммуникационный блок по контактному цифровому интерфейсу связи;
- формирование и выдачу числоимпульсных (ч/и) сигналов, пропорциональных прошедшему через ИБ объему, на внешнее регистрирующее устройство (например, вычислитель) через КБ по ч/и выходам.

Коммуникационный блок функционально обеспечивает:

- получение данных от ИБ по контактному интерфейсу связи и обработку;
- архивирование (ведение архива) данных;
- вывод данных на экран жидкокристаллического индикатора (ЖКИ);
- передача данных на внешнее регистрирующее устройство:
  - по цифровым (проводным) интерфейсам обмена, при наличии;
  - по радио интерфейсам (беспроводным) обмена, при наличии;
  - по оптическому интерфейсу IrDA;
- получает питание для расходомера:
  - от внешнего источника постоянного тока, при наличии;
  - от встроенного элемента питания.

1.4.3. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Принцип действия расходомеров основан на зависимости скорости распространения ультразвукового сигнала между пьезоэлектрическими преобразователями «по» и «против» потока жидкости в трубопроводе от скорости течения жидкости. Методика измерений заключается в измерении разности между временем прохождения ультразвукового сигнала в прямом и обратном направлении движения жидкости. Разность времени прохождения сигналов пропорциональна скорости потока измеряемой жидкости, и, следовательно, объемному расходу.

Измерительный тракт состоит из 2-х датчиков с пьезоэлектрическими преобразователями (датчиков ПЭП) и отражающих зеркал (рисунок 4).

Датчики ПЭП подключены к микросхеме точного измерения времени, входящей в состав ЭБ. Микросхема поочередно подает на датчики электрические сигналы, датчики преобразуют их в у/з сигналы и излучают их в рабочую среду по траектории измерительного тракта. Каждый датчик поочерёдно становится излучателем или приёмником сигналов. Принятые у/з сигналы датчики ПЭП преобразуют обратно в электрические сигналы, и передают в электронный блок расходомера. В ЭБ происходит преобразование измеренной разности времени прохождения (по потоку/против потока) в мгновенные значения объемного расхода и объема.

1.4.4. АРХИВИРОВАНИЕ ДАННЫХ

Архив расходомера можно просматривать только удалённо. Накопленные данные передаются посредством одного из интерфейсов обмена на внешнее регистрирующее устройство, например, компьютер, при этом на компьютере должна быть установлена программа, формирующая архивные файлы, например КАРАТ ДАТА (программа находится в свободном доступе на сайте www.karat-npo.com в разделе Техподдержка → ПО).

Архив расходомера в общем случае включает в себя разделы:

- помесячный интегральный архив – не менее 144 месяцев (записей);
- помесячный архив – не менее 144 месяцев (записей);
- посуточный интегральный архив – не менее 400 суток (записей);
- посуточный архив – не менее 460 суток (записей);
- почасовой архив – не менее 1440 часов (записей);
- журнал событий – не менее 256 событий (записей).

Данные сохраняются в формате:

- накопленный прямой объём, м^3 (m^3);
- накопленный обратный объём, м^3 (m^3);
- время превышения максимального значения расхода (q_{max}), ч (h);
- время отсутствия воды в ПЧ, ч (h);
- время, при котором расход был меньше минимального пользовательского значения, ч (h);
- время, при котором расход был больше максимального пользовательского значения, ч (h);
- наличие ошибок, индикация знака «наличие ошибки», смотрите, таблица 14;
- время наработки (время корректной работы прибора), ч (h).

Максимальное/минимальное пользовательское значение – определённые пользователем граничные значения расхода, которые записываются при настройке расходомера.

Структура журнала событий:

- включение прибора;
- установка времени в приборе по каналу связи;
- расход выше максимального метрологического;
- обратный расход;
- отсутствие воды;
- очистка архивов;
- встроенный источник питания садится, напряжение меньше 3 В.

Записи в архиве располагаются последовательно по возрастанию времени создания записи. Архив имеет циклическую структуру: при заполнении архива новая запись должна создаваться на месте первой (самой старой) записи архива. Структура и глубина архива устанавливается в процессе конфигурирования прибора. Данные сохраняются в памяти расходомера не менее 12 лет.

1.4.5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение (ПО) расходомера встроенное и не перезагружаемое. В нём отсутствуют процедуры модификации ПО и содержимого архивов.

ПО расходомера разделяется на две части – метрологически значимую и метрологически незначимую части:

- метрологически значимая часть состоит из программных модулей,

выполняющих функции сбора первичных данных, обработки и хранения информации;

- метрологически не значимая часть состоит из программных модулей формата отображения данных и структуры коммуникационного протокола и представления измерительной информации.

Идентификационные данные относятся к метрологически значимой части программного обеспечения, и включают в себя данные: о наименовании, номере версии и цифровом идентификаторе ПО. Идентификационные данные программного обеспечения показаны в Таблице 7.

Таблица 7 – *Идентификационные данные встроенного ПО*

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	CAR523.msc
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.17
Цифровой идентификатор ПО (КС исполняемого кода)	C4d0
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16

Конструкция расходомеров исключает возможность несанкционированного влияния на метрологически значимую часть программного обеспечения и измерительную информацию. Приборы могут настраиваться только в заводских условиях или в авторизованных сервисных центрах.

Уровень защиты встроенного программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» по Р 50.2.077-2014.

1.4.6. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Удалённый доступ к данным обеспечиваться посредством:

- передачи числоимпульсных сигналов по импульсным выходам;
- установки в коммуникационный блок одного из интерфейсов обмена: M-Bus, RS-485, LoRaWAN, NBIoT:
  - расходомеры с контактными (проводными) интерфейсами обмена подключаются к внешнему источнику питания, встроенный источник питания является резервным;
  - расходомеры с радиоинтерфейсами обмена получают питание от встроенного источника, внешний источник питания не подключается;
- встроенного инфракрасного оптического интерфейса IrDA.

Контактные интерфейсы активируются по команде пользователя с внешних регистрирующих устройств.

Радиоинтерфейсы поставляются из производства в отключенном состоянии (транспортном режиме), активируются посредством интерфейса пользователя, смотрите раздел 1.5.

Технические характеристики интерфейсов соответствуют действующим стандартам, и будут изменены при изменении стандартов.

1.4.6.1. ОПТИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС IRDA

Порт инфракрасного оптического интерфейса IrDA, устанавливается на все исполнения расходомеров. Из-за высокого энергопотребления, используется, в основном, как резервный канал управления и чтения архива. Обеспечивает

передачу данных при помощи оптосчитывающего устройства USB-IrDA:

- скорость передачи данных IrDA составляет 57600 бит/с;
- в качестве оптосчитывающего USB-IrDA устройства рекомендуется использовать оптоголовку КАРАТ-916 СМАФ.426434.001 (возможно использование других аналогичных оптосчитывающих устройств).

Для активации интерфейса необходимо:

- подключить оптоголовку КАРАТ-916 к компьютеру через USB-порт;
- уставить КАРАТ-916 на порт оптического интерфейса расходомера;
- произвести продолжительное нажатие (от 3 до 5 секунд) кнопки управления расходомером (рисунок 5, позиция 7);
- отпустить кнопку и произвести считывания данных, руководствуясь указаниями, изложенными в паспорте КАРАТ-916.

Устройство КАРАТ-916 может поставляться по дополнительному заказу вместе с расходомером.

1.4.6.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ВЫХОДОВ

По числоимпульсным выходам данные передаются в виде ч/и сигналов (сигналы пропорциональны количеству прошедшей через проточную часть расходомера воды) на внешнее регистрирующее устройство, например, вычислитель. В расходомерах модификации «С» устанавливается два ч/и выходных каскада, со следующими основными характеристиками:

- длительность импульса – 31,25 мс;
- коммутируемый ток, не более – 10 мА (рекомендуемый - 1 мА);
- коммутируемое напряжение постоянного тока, не более – 27 В;
- максимальная мощность – 0,9 Вт;
- общая длина линии связи (линия экранирована), не более – 20 м.

Каждый импульсный выход снабжён оптроном гальванической развязки, что позволяет разъединить внешние линии связи и внутренние цепи прибора. Схема подключения импульсных выходов показана на рисунке 6.

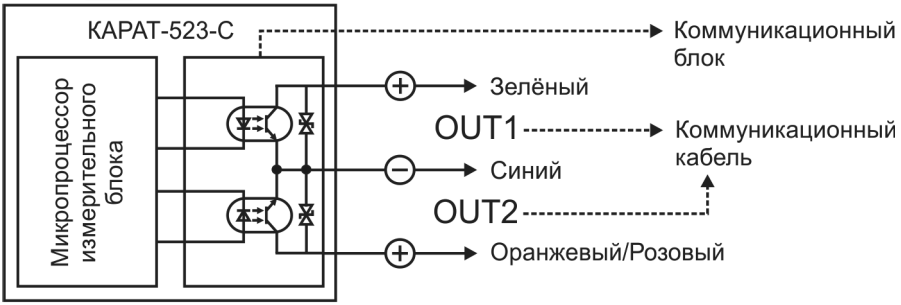


Рисунок 6 *– Принципиальная схема подключения импульсных выходов*

1.4.6.3. ИНТЕРФЕЙС M-Bus

Интерфейс M-Bus соответствует характеристикам, указанным в таблице 8.

Таблица 8 *– Характеристики контактного интерфейса M-Bus*

Наименование характеристики	Значение
Протокол обмена	Modbus
Скорость передачи данных, бит/с, не более	2400
Длина линии связи, м, не более	1200
Подключаемые приборы, шт., не более	247
Диапазон значений адреса расходомера в сети, шт.	от 1 до 247
Подключение к линии связи, посредством	Контроллер шины M-Bus [1)]
Источник питания	Линии M-Bus
Коммуникационный кабель (подключение): – коричневый – белый	 M-Bus-линия 1 M-Bus-линия 2
[1)] – Контроллеры M-Bus должны отвечать требованиям ГОСТ Р ЕН 1434-3-2011	

1.4.6.4. ИНТЕРФЕЙС RS-485

Интерфейс RS-485 соответствует характеристикам, указанным в таблице 9.

Таблица 9 *– Характеристики контактного интерфейса RS-485*

Наименование характеристики	Значение
Протокол обмена	Modbus
Скорость передачи данных, бит/с, не более	2400, 4800, 9600
Длина линии связи, м, не более	1200
Подключаемые приборы, шт., не более	247
Диапазон значений адреса прибора в сети, шт.	от 1 до 247
Источник питания [1)]	Внешний источник питания постоянного тока
Коммуникационный кабель (подключение): – коричневый – белый – красный – чёрный/серый	 A B +12 В GND
[1)] – Характеристики источника питания смотрите в разделе 1.3.3 настоящего РЭ	

1.4.6.5. ИНТЕРФЕЙС LoRaWAN

Интерфейс LoRaWAN соответствует характеристикам, указанным в таблице 10.

Таблица 10 *– Характеристики радиоинтерфейса LoRaWAN*

Наименование характеристики	Значение
Протокол обмена	LoRaWAN
Соответствие спецификации LoRaWAN	1.0.2
Частотные планы [1)]	RU864-870 MHz ISM Band KZ865-868 MHz ISM Band EU863-870 MHz ISM Band
Источник питания [2)]	Встроенный источник питания постоянного тока
[1)] – При выпуске из производства записывается частотный план из списка. [2)] – Характеристики источника питания смотрите в разделе 1.3.3 настоящего РЭ	

При выпуске расходомера из производства, информация об установленном частотном плане LoRaWAN записывается в паспорт прибора.

1.4.6.6. ИНТЕРФЕЙС NBIOT

Интерфейс NBIoT соответствует характеристикам, указанным в таблице 11.

Таблица 11 *– Характеристики радиоинтерфейса NBIoT*

Наименование характеристики	Значение
Протоколы обмена	TCP/MQTT(s)/TLS/NIDD
Частотный диапазон – LTE Cat NB1 [1)]	B1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/B13/B17/B18/ B19/B20/B25/B26/B28/B66
Сим-карта	USIM 1,8V
Формат сим-карты	Nano-SIM, SIM-чип (под заказ)
Режим работы	PSM
Источник питания [2)]	Встроенный источник питания постоянного тока
[1)] – При выпуске из производства записывается нужный диапазон/диапазоны. [2)] – Характеристики источника питания приведена в разделе 1.3.3 настоящего РЭ	

При выпуске расходомера из производства, информация о номере ICCID (идентификатор Сим-карты) и код IMEI (идентификатор NB-модуля) записываются в паспорт прибора.

1.5. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Расходомеры поставляются потребителю готовыми к эксплуатации. После монтажа расходомера в трубопровод, подключения интерфейса обмена и заполнения трубопровода водой, прибор автоматически переходит в рабочий режим, и на ЖКИ начинают отображаться параметры меню.

Для отображения информации на ЖКИ используются символы, цифры и знаки с определенным месторасположением, совокупность которых образует информационное поле прибора, смотрите 7 и таблицу 12.

Рисунок 7 – Информационное поле прибора, все цифры и знаки включены

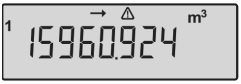
Таблица 12 – *Символы, цифры и знаки, индицируемые на ЖКИ*

Символ	Значение символа
⊠	Разряд элемента питания (рабочее напряжение питания менее 3 В). Необходимо заменить элемент питания, обратитесь в сервисную службу
→	Наличие циркуляции (расхода) воды в трубопроводе
1	Параметры из основного меню расходомера
2	Параметры из режима дополнительного отображения
– – – – – – – –	Данные отсутствуют
⚠	- Наличие ошибки: отсутствие воды или qтеущий > qmax - Знак ошибки мигает – связь между ИБ и КБ отсутствует - При наличии LoRaWAN/NBIoT – прибор находится вне радиосети
m³	Обозначение метра кубического, м³
h	Обозначение времени в часах, ч
–	Знак обратного потока (индицируется в поле отображения значений обратного потока, смотрите рисунок 7)
ϒ	Прибор находится в сети (LoRaWAN или NBIoT)
L	Прибор с радиоинтерфейсом LoRaWAN находится в транспортном режиме
H	Прибор с радиоинтерфейсом NBIoT находится в транспортном режиме
LA	Прибор с радиоинтерфейсом LoRaWAN переведён в рабочий режим
HA	Прибор с радиоинтерфейсом NBIoT переведён в рабочий режим
00	Численное значение параметра сигнал/шум, дБм

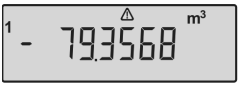
Просмотр меню осуществляется короткими нажатиями кнопки управления расходомером (рисунок 5, позиция 7). Кнопка осуществляет следующие виды нажатий:

- короткое нажатие (≤ 1 с) – переход между параметрами меню (с первого до последнего и с последнего на первый);
- продолжительное нажатие (от 2 до 5 с) – активация инфракрасного оптического интерфейс IrDA (смотрите, радел 1.4.6.1);
- длительное нажатие (≥ 5 с) – переход в режим или выход из режима дополнительного отображения.

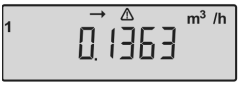
Если кнопку управления не нажимать, то примерно через минуту индикация ЖКИ отключается. При любом следующем нажатии кнопки управления на ЖКИ отобразится первый параметр основного меню. Параметры основного меню расходомера представлены на рисунке 8.



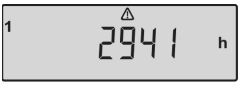
– Накопленный прямой объём воды, м^3, прошедшей через ПЧ расходомера.



– Накопленный обратный объём воды, м^3, прошедшей через ПЧ расходомера (индицируется, когда значение отлично от нуля).



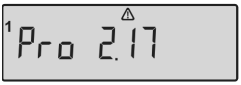
– Текущий расход воды в трубопроводе, м^3/ч.
Знак «-» перед значением, будет означать, что измерение идёт по обратному потоку.



– Наработка – время корректной работы расходомера.

– Тест сегментов ЖКИ.

– Заводской номер расходомера.

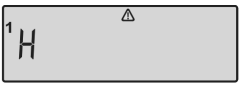


– Идентификационный номер встроенного ПО.

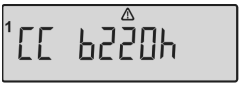
– Контрольная сумма встроенного ПО.

– Установленный вес импульса: 1,0 (1 л/имп), 10,0 (10 л/имп), 100 (100 л/имп).

или

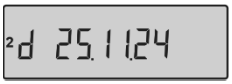


– Радиоинтерфейс (индицируется только при наличии LoRaWAN - L или NBIoT - H).



– Служебный параметр.

Служебный параметр.
– При продолжительном нажатии- переход во вторую группу параметров



– Текущая дата.

– Текущее время.

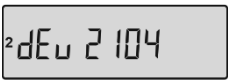
– Адрес расходомера в сети проводных интерфейсов обмена (RS-485, M-Bus).

– Скорость передачи данных по проводным интерфейсам обмена (RS-485, M-Bus).

– Доступное время связи (в секундах) с расходомером по интерфейсу (проводному или радио).

– Служебный параметр (ошибки).

– Служебный параметр.



– Служебный параметр.

Рисунок 8 *– Пример отображения параметров в основном меню расходомеров*

1.5.1. ПАРАМЕТРЫ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ РЕЖИМАМИ ОТОБРАЖЕНИЯ

Параметры накопленного объёма и наличия радиоинтерфейса имеют режимы дополнительного отображения, которые позволяют активировать:

- режим расширенной точности отображения для параметров объёма;
- функции управления (активация/деактивация) радиоинтерфейсом.

1.5.1.1. РЕЖИМ РАСШИРЕННОЙ ТОЧНОСТИ ОТОБРАЖЕНИЯ

В основном меню расходомера параметры накопленного объёма, в зависимости от количества прошедшей через расходомер воды, могут отображаться с точностью до 3-х значащих цифр после запятой. В приборе предусмотрен режим расширенной точности отображения для отображения значения накопленного объёма на ЖКИ с точностью четыре цифры после запятой. Старшие значащие разряды в режиме расширенной точности могут отображаться частично, смотрите рисунок 9.

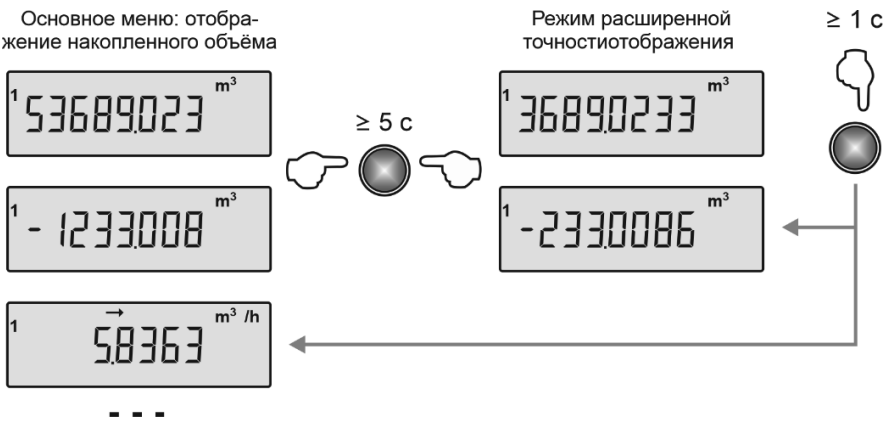


Рисунок 9 *– Режимы отображения параметров накопленного объёма*

Переход в режим расширенной точности отображения осуществляется путём длительного нажатия (не менее 5 с) на кнопку управления расходомером. При этом на ЖКИ смещается знак «точка», что сигнализирует о включении режима расширенной точности отображения. Обратный переход осуществляется одним из двух способов:

- длительное нажатие кнопки приводит к обратному переходу на стандартное отображение накопленного объёма;
- автоматический выход из режима расширенной точности происходит каждые 10 минут.

1.5.1.2. АКТИВАЦИЯ/ДЕАКТИВАЦИЯ РАДИОИНТЕРФЕЙСА

Перед началом эксплуатации расходомера со встроенным радиоинтерфейсом его необходимо:

- LoRaWAN – зарегистрировать прибор у оператора сети LoRaWAN, путем передачи оператору кодов регистрации в сети DevEUI, AppEUI, AppKey;
- NBIoT – убедиться, что SIM-карта, установленная в приборе, активирована у оператора сотовой связи.

Коды регистрации в сети LoRaWAN и цифровой идентификатор IMEI для NBIoT указываются в паспорте прибора СМАФ.407251.004 ПС.

В целях экономии заряда элемента питания расходомеры поставляются с выключенным радиоинтерфейсом (LoRaWAN или NBIoT). Для активации интерфейса необходимо выполнить следующие действия:

- войти в основное меню расходомера (рисунок 8) и активировать радиоинтерфейс (смотрите, рисунок 10). Активация интерфейса происходит практически мгновенно, прибор регистрируется в сети за 1 минуту, при этом интерфейс регистрируется в сети, передаёт текущие данные расходомера на сервер и переходит в спящий режим до следующего сеанса связи;
- при работе на платформе ЭНЕРГОКабинет проверить регистрацию расходомера в сети в личном кабинете пользователя. При работе в сетях иных операторов, руководствоваться указаниями оператора.

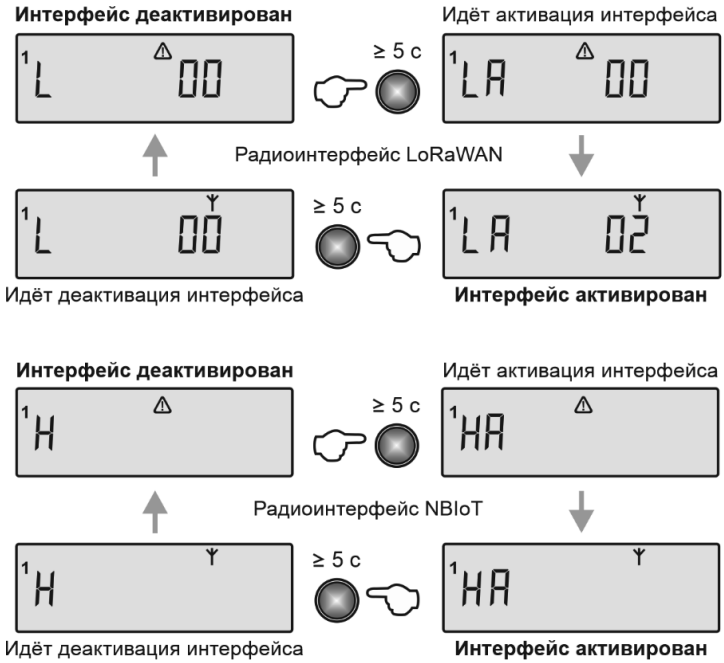


Рисунок 10 *– Активация/деактивация радиоинтерфейса*

1.6. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

1.6.1. МАРКИРОВКА

На корпус расходомера нанесены следующие маркировочные обозначения:

- знак утверждения типа средства измерений (СИ);
- знак обращения продукции на рынке государств Евразийского экономического союза (EAC);
- наименование и условное обозначение прибора;
- наименование и/или товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование страны-изготовителя;
- год выпуска;
- заводской номер расходомера;
- «стрелка» – показывает направление потока измеряемой рабочей среды;
- типоразмер – диаметр условного прохода ПЧ расходомера (Ду, DN);
- степень защиты оболочки прибора от воздействия окружающей среды (IP);
- основные технические характеристики расходомера:
  - диапазон измерения расхода, м^3/ч;
  - диапазон температур рабочей среды, °С;
  - питание внешнее/встроенное – символ постоянного/переменного тока;
  - номинальное значение напряжения питания, В;
  - максимальное рабочее давление, МПа.

1.6.2. ПЛОМБИРОВАНИЕ

Конструкцией расходомеров предусмотрено три вида пломбирования:

- При выпуске из производства заводом-изготовителем производится установка гарантийной пломбы. Пломбой ОТК из самоклеящейся плёнки (рисунок 3, позиция 3) пломбируется коммуникационный блок расходомера (место соединения деталей корпуса блока). Отсутствие данной пломбы служит причиной для отказа в гарантийном обслуживании.
- После поверки расходомера организация-поверитель выполняет пломбирование расходомера пломбой (пломбами) с нанесенным знаком поверки. Пломба с нанесенным знаком поверки предназначена для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним элементам измерительной части и регулировочным узлам. Пломбируется корпус измерительного блока (рисунок 3, позиция 11). Пломбирование проводится установкой свинцовых (пластмассовых) пломб на проволоке, пропущенной через отверстия в приливах на корпусе (допускается использовать одну пломбу, пропуская проволоку одновременно через оба пломбировочных прилива, рисунок 5, позиция 2), или установкой самоклеящихся пломб из водостойкого материала на специальные площадки с двух сторон корпуса измерительного блока.
- При вводе расходомера в эксплуатацию заинтересованная организация выполняет пломбирование в местах монтажа прибора в трубопровод:
  - типоразмеры Ду20, 25, 32, 40 пломбируются навесной пломбой заинтересованной стороны посредством проволоки, пропущенной через пломбировочные отверстия в накидных гайках расходомеров (рисунок 3, позиция 8);
  - типоразмеры Ду50, 65, 80, 100 пломбируются навесной пломбой заинтересованной стороны посредством проволоки, пропущенной через пломбировочный винт фланца проточной части расходомера (рисунок 3, позиция 9).

1.7. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Расходомер упаковывается в картонную коробку. Эксплуатационная документация помещается в коробку вместе с прибором. На коробку наклеивается этикетка, содержащая наименование и полное условное обозначение расходомера, дату упаковки, и товарный знак предприятия-изготовителя.

Комплектность поставки расходомеров приведена в таблице 13

Таблица 13 *– Комплектность поставки расходомеров*

Наименование	Обозначение	Кол-во, шт.	Примечание
Расходомер-счетчик КАРАТ-523-С	СМАФ.407251.004-03	1	Помещаются в упаковочную тару
Руководство пользователя (РП)	СМАФ.407251.004-03 РП	1	

Таблица 13 *– Продолжение*

Наименование	Обозначение	Кол-во, шт.	Примечание
Руководство по эксплуатации (РЭ)	СМАФ.407251.004-03 РЭ	-	Размещается в свободном доступе на сайте www.karat-npo.com
Инструкция по монтажу (ИМ)	СМАФ.407251.004 ИМ	-	

Перечень оборудования, поставляемого по дополнительному заказу, приведён в таблице 14.

Таблица 14 *– Оборудование, поставляемое по дополнительному заказу*

Оборудование	Примечание
КМЧ (комплект монтажных частей) 1 и 3	Прямые участки и элементы крепления в трубопровод
КМЧ (комплект монтажных частей) 2	Элементы крепления в трубопровод
МВ (монтажная вставка ПЧ расходомера)	
Адаптер (удлинитель ПЧ)	
КАРАТ-916 оптоголовка USB-IrDA	СМАФ.426434.001
КАРАТ-923 – коммуникационный модуль	СМАФ.468152.001 (для приборов в базовом исполнении)
Внешний источник питания постоянного тока	Смотрите раздел 1.3.3 РЭ «Характеристики электропитания»

1.8. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

В процессе транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации расходомера необходимо следовать указаниям соответствующих разделов настоящего руководства по эксплуатации и инструкции по монтажу расходомеров.

При соблюдении требований указанных документов, изготовитель гарантирует нормальную работу расходомеров. В зависимости от класса точности расходомеров, гарантийный срок эксплуатации со дня продажи расходомера составляет:

- для расходомеров класса точности 1 – 5 лет;
- для расходомеров класса точности 2 – 6 лет.

Гарантийные обязательства представлены в паспорте расходомера.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Для обеспечения корректной и безаварийной работы расходомеров необходимо соблюдать следующие ограничения и условия:

- гидравлическая прочность первичного преобразователя расходомера составляет не более 2,5 МПа;
- приборы сохраняют работоспособность при избыточном давлении в трубопроводах до 1,6 МПа включительно;

- избыточное давление на выходе из ПП должно быть не менее:
  - 0,05 МПа – для Ду20, 25, 32;
  - 0,1 МПа – для Ду40, 50, 65, 80, 100.

Запрещается монтировать расходомеры вблизи мощных источников электромагнитных полей (трансформаторов, электродвигателей, частотных преобразователей, неэкранированных силовых кабелей и т.п.).

Для предотвращения ошибок измерений в процессе работы необходимо:

- монтировать расходомеры в частях трубопровода с минимальным гидравлическим сопротивлением (приложение А), и где исключено образование воздушных пробок (приложение Б);
- обеспечить создание прямых участков до и после расходомера, на которых не должно быть устройств или элементов, вызывающих дополнительное гидравлическое сопротивление;
- при возможности возникновения дополнительного гидравлического сопротивления в трубопроводе (например, неполное открытие/закрытие запорной арматуры), рекомендуется перед прямым участком, расположенным на входе расходомера, устанавливать УПП по ГОСТ 8.586.1-2005.

В процессе проведения монтажных и пусконаладочных работ, а также при хранении расходомеров запрещается:

- поднимать и переносить приборы, удерживая их за корпус ЭБ, а также оставлять на хранение расходомеры в перевёрнутом виде, рисунок 11;

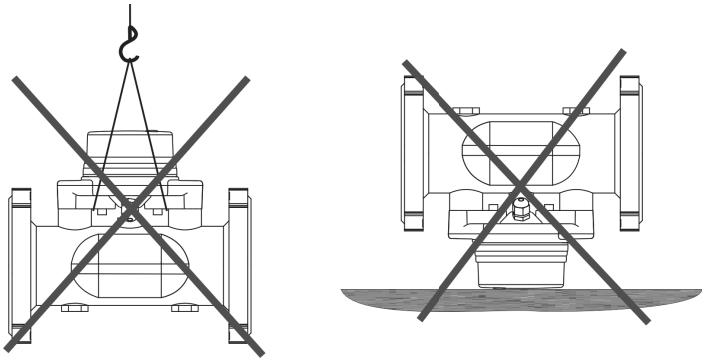


Рисунок 11 *– Недопустимые действия при работе с расходомерами*

- использовать расходомер в качестве монтажной вставки при выполнении сварочных работ (смотрите, СМАФ.407251.004 ИМ, раздел 3.3).

Монтируя расходомер в трубопровод необходимо придерживаться правил, описанных в СМАФ.407251.002 ИМ разделы 3.5 и 3.6.

2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРА РАСХОДОМЕРА

Условием надежной и безаварийной работы расходомера является выбор оптимального типоразмера. Основными критериями для этого служат:

- соответствие технических характеристик расходомера расчётным параметрам (диапазонам расходов, температур и давлений) системы, в которую монтируется расходомер;
- диаметр условного прохода участка трубопровода, на котором устанавливается расходомер, должен соответствовать типоразмеру

расходомера.

При выборе типоразмера расходомера рекомендуется соблюдать правила:

- расчётный рабочий расход воды в трубопроводе должен находиться в диапазоне ($0{,}25 \cdot q_{nom}$ – q_{nom}) $м^3/ч$, для выбранного прибора (таблица 1.1);
- переходное значение расхода q_t (таблица 1.1) должно быть меньше минимального расчётного расхода воды в трубопроводе.

2.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

К работе с расходомерами допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие группу допуска по электробезопасности не ниже 2.

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

Недопустимыми и опасными факторами при проведении сварочных, монтажных и ремонтных для расходомера являются:

- протекание сварочного тока через ПЧ расходомера;
- повышение температуры воды в трубопроводе выше соответствующих значений, указанных в таблице 5;
- избыточное давление воды в трубопроводе, на котором установлен расходомер, превышает 1,6 МПа.

Указанные выше работы необходимо проводить:

- при отключенных линиях связи прибора с регистрирующими устройствами;
- при полном отсутствии избыточного давления воды в трубопроводе;
- при ремонтных работах на трубопроводе необходимо использовать вместо расходомера монтажную вставку (СМАФ.407251.004 ИМ, раздел 3.3).

Запрещается установка и эксплуатация расходомеров на объектах где эксплуатационные значения температуры и (или) давления воды в трубопроводах могут превышать аналогичные допустимые значения для расходомеров.

Определение длины прямых участков до и после расходомера, производится на этапе проектирования узла коммерческого (технологического) учёта и зависит от величины гидравлического сопротивления, находящегося непосредственно перед расходомером и после него (смотрите Приложение А).

2.4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Расходомер, сданный в эксплуатацию (СМАФ.407251.004 ИМ, раздел 4), работает непрерывно в автоматическом режиме. Информация об измеряемых параметрах (расхода и объёма) постоянно:

- доступна для визуального считывания с экрана ЖКИ;
- выводится на числоимпульсные выходы и на интерфейс обмена и передаётся на внешнее регистрирующее устройство.

Техническое обслуживание расходомеров проводится в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящего руководства.

При проведении ремонтных, регламентных и иных работ, в ходе которых вода сливается из трубопровода, рекомендуется отключать расходомер от

внешних регистрирующих устройств и подключать к ним только после того, как трубопровод будет заполнен водой.

2.5. ДЕМОНТАЖ РАСХОДОМЕРА

Демонтаж расходомера для отправки его на периодическую поверку, либо ремонт необходимо проводить в следующем порядке:

- снять избыточное давление в трубопроводе и слить воду из участка трубопровода, на котором смонтирован расходомер;
- отключить линию/линии связи расходомера с внешними регистрирующими устройствами;
- демонтировать расходомер, следуя указаниям СМАФ.407251.004 ИМ (разделы 3.5, 3.6);
- установить монтажную вставку на место демонтированного расходомера, руководствуясь указаниям СМАФ.407251.004 ИМ (разделов 3.5, 3.6);
- после установки монтажной вставки подать в трубопровод рабочее давление и визуально проверить трубопровод на герметичность;
- при положительном результате проверки возобновить работу системы.

Перед отправкой расходомера на поверку или ремонт, произвести очистку проточной части первичного преобразователя прибора от отложений, возникших в процессе эксплуатации.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание расходомера проводится в целях сохранения метрологических и технических характеристик прибора и включает в себя следующие виды работ:

- внешний периодический осмотр;
- периодическую поверку;
- консервацию расходомера.

При внешнем периодическом осмотре проверяется:

- комплектность расходомера в соответствии с ЭД;
- отсутствие на корпусе расходомера видимых механических повреждений в виде сколов и вмятин, а также следов коррозии/разрушения материалов, из которых изготовлен расходомер;
- маркировочные обозначения должны быть четкими, легко читаемыми;
- наличие и целостность пломб и клейм, предусмотренных ЭД;
- состояние электрических соединений проводов заземления с корпусом ПП расходомера и трубопровода;
- состояние проводных линий связи с внешними устройствами;
- соответствие условий эксплуатации заявленным эксплуатационным характеристикам расходомера.

Особое внимание необходимо уделять контролю технологических параметров, в частности температуре и давлению рабочей среды в трубопроводе, и не допускать режимов эксплуатации, способствующих возникновению явления кавитации (образованию в воде полостей, заполненных газом, паром или их смесью). Выход эксплуатационных параметров за границы

заявленных технических характеристик расходомера, приводит к увеличению погрешности измерений прибора.

Периодичность внешнего осмотра зависит от условий эксплуатации и определяется предприятием, ведущим техническое обслуживание узла учета, по согласованию с эксплуатирующей организацией.

Периодическая поверка производится в соответствии с разделом 4 настоящего руководства.

Консервация расходомера осуществляется при демонтаже прибора с объекта для продолжительного хранения. При консервации необходимо устранить следы воздействия воды на ПЧ ПП, после чего установить на ПП заглушки.

Хранение расходомера производится в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 6 руководства.

В случае отказа расходомера и невозможности устранения неисправности на месте эксплуатации, расходомер необходимо демонтировать и отправить в ремонт, а на его место установить МВ соответствующего размера.

4. ПОВЕРКА

Расходомеры подлежат первичной и периодической поверке.

Интервал между поверками, методика поверки устанавливаются в соответствии с порядком установления и изменения интервала между поверками средств измерений, установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, предусмотренным частью 7 статьи 12 Федерального закона № 102-ФЗ.

При нарушении целостности пломбы с нанесённым знаком поверки результаты поверки считаются недействительными.

5. РЕМОНТ

В случае выхода расходомера из строя, его ремонт производится только на предприятии-изготовителе или в авторизованном сервисном центре.

При отправке расходомера в ремонт вместе с ним должны быть отправлены следующие сопроводительные документы:

- рекламационный акт с описанием характера неисправности и её проявлениях (образец рекламационного акта представлен в Приложении Б паспорта расходомера);
- паспорт расходомера СМАФ 407251.004 ПС, по возможности.

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Расходомеры в упаковке предприятия-изготовителя транспортируются на любые расстояния при соблюдении следующих требований:

- транспортирование по железной дороге должно производиться в крытых чистых вагонах;
- при перевозке открытым автотранспортом ящики с приборами должны быть покрыты брезентом;
- при перевозке воздушным транспортом ящики с приборами должны размещаться в герметичных отапливаемых отсеках;
- при перевозке водным транспортом ящики с приборами должны размещаться в сухом трюме.

Размещение и крепление ящиков с расходомерами на транспортных средствах должно обеспечивать устойчивое положение в пути, отсутствие смещений и ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств. Во время транспортирования и погрузочно-разгрузочных работ транспортная тара не должна подвергаться резким ударам и прямому воздействию атмосферных осадков и пыли. Условия транспортирования должны соответствовать условиям хранения 3 по ГОСТ 15150-69 при температуре не ниже минус 25 °С.

Хранение расходомеров осуществляться в транспортной таре или в упаковке изготовителя в складских помещениях при отсутствии в них пыли, паров кислот, щелочей и агрессивных газов, по условиям хранения 3 по ГОСТ 15150-69, при температуре окружающей среды не ниже минус 25 °С.

Поставляемая эксплуатационная документация хранится вместе с приборами.

7. УТИЛИЗАЦИЯ

Расходомеры не содержат в своей конструкции драгоценных металлов, а также материалов и веществ, требующих специальных методов утилизации и представляющих опасность для жизни людей.

По выработке ресурса эксплуатирующая организация осуществляет мероприятия по подготовке и отправке изделий на утилизацию. Утилизация расходомеров осуществляется отдельно по группам материалов в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15 *– Утилизируемые материалы*

Утилизируемый элемент	Материал утилизируемого элемента	Способ утилизации
Электронный модули (ИБ, КБ)	Текстолит, медь, электронные компоненты	Переработка печатных плат
Элемент питания	Литий и тионил-хлорид	Переработка литиевых элементов
Коммуникационные кабели	Медь, силикон, фторопласт	Переработка кабелей
Корпус ПП	Латунь, нержавеющая сталь	Переплавка
Корпуса ИБ, КБ, датчиков ПЭП	ABC, PC, PPS	Переработка пластика
Упаковка	Картон	Переработка макулатуры

ПРИЛОЖЕНИЕ А – ТРЕБОВАНИЯ К ДЛИНЕ ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ

Прямые участки – это минимально необходимые прямолинейные отрезки трубопровода, которые не содержат дополнительно установленных гидравлических сопротивлений, непосредственно примыкают к расходомеру и служат для стабилизации или уменьшения гидродинамических искажений потока воды, поступающей проточную часть прибора. Длины прямых участков выбирают, руководствуясь типами оборудования (гидравлических сопротивлений), установленного в трубопровод перед расходомером, таблица А.1.

Таблица А.1 *– Минимально-необходимые длины прямых участков (ПУ)*

Оборудование, устанавливаемое на входе/выходе расходомера	**Длина ПУ, Ду (ПЧ, ПП), не менее:**	
	на входе	**на выходе**
Конфузор	3	3
Кран шаровой (открыт полностью)	3	3
Диффузор	5	3
Тройник	5	3
Отвод, колено 90°	5	3
Колено 90° + 90°	5	3
Фильтр, грязевик	5	3
Затвор поворотный дисковый	10	3
Задвижка клиновая	10	3
Насос	10	3
Регулирующий клапан [1)]	10	3
[1)] – не рекомендуется устанавливать перед расходомером		

Если непосредственно перед расходомером установлено несколько типов оборудования с различными величинами гидравлических сопротивлений, то длину прямого участка следует выбирать так, чтобы требования таблицы А.1 выполнялись для всех типов установленного оборудования, смотрите рисунок А.1.

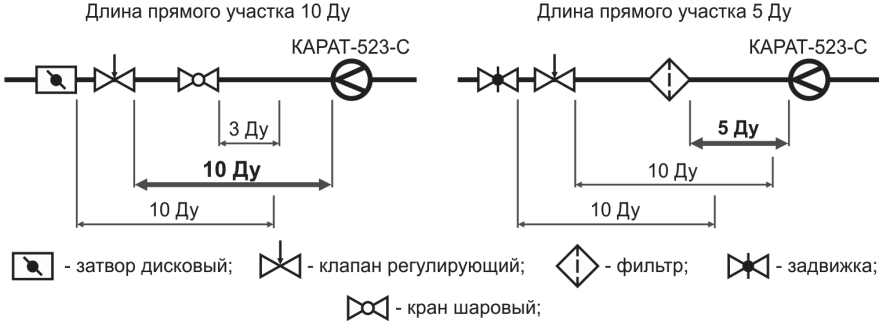


Рисунок А.1 *– Примеры определения длины прямого участка*

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ РАСХОДОМЕРОВ

Расходомеры монтируются на наклонных, вертикальных и горизонтальных трубопроводах, рисунок Б.1, при соблюдении условий и ограничений, указанных в разделе 2.2 инструкции по монтажу СМАФ.407251.004 ИМ.

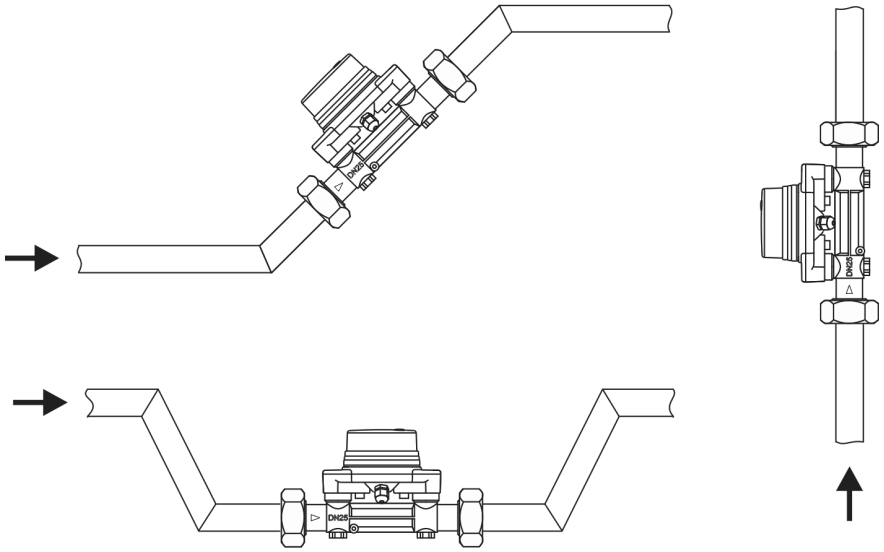


Рисунок Б.1 – Рекомендуемая установка расходомера в трубопровод

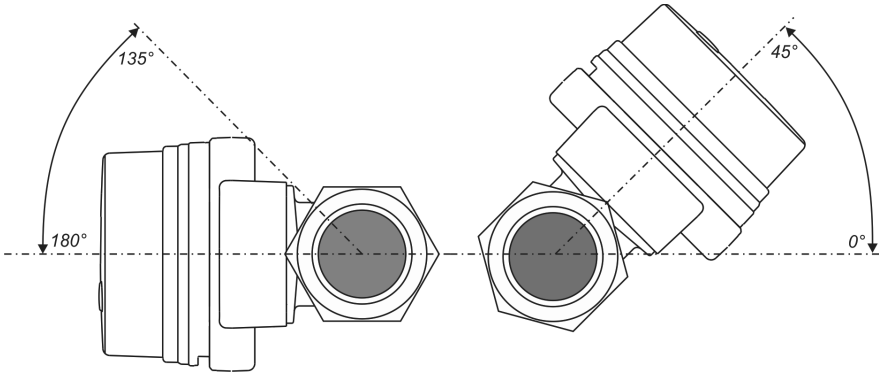


Рисунок Б.2 – *Рекомендуемая ориентация ЭБ расходомера при монтаже в горизонтальные и наклонные трубопроводы*

научно-производственное предприятие
УРАЛТЕХНОЛОГИЯ

www.karat-npo.com

ПОСТАВКА в ЛЮБОЙ РЕГИОН РОССИИ
ОПЕРАТИВНОСТЬ
СКЛАДСКИЕ ЗАПАСЫ

ГОЛОВНОЙ ОФИС
620102, г. Екатеринбург, ул. Ясная, 22 корп. Б
тел./факс: (343) 2222-307, 2222-306;
e-mail: ekb@karat-npo.ru

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА
620102, г. Екатеринбург, ул. Ясная, 22 корп. Б
тел./факс: (343) 375-89-88;
e-mail: tech@karat-npo.ru

ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ