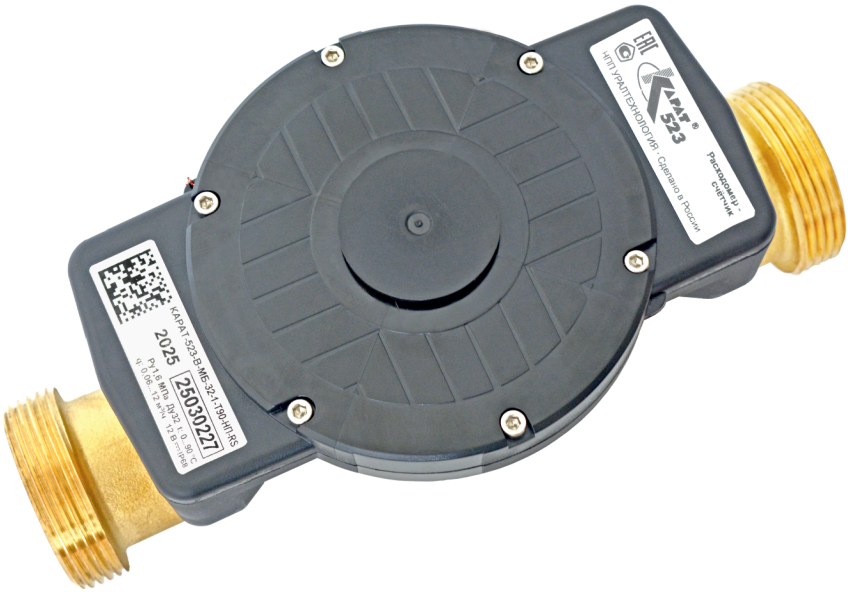
научно-производственное предприятие
УРАЛТЕХНОЛОГИЯ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
СМАФ.407251.004-02 РЭ



Расходомеры-счетчики КАРАТ-523-В

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 4
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ 4
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА 5
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 5
1.2. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ 5
1.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 7
1.3.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 7
1.3.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ 8
1.3.3. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ 8
1.3.4. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ 9
1.3.5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 9
1.3.6. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ 10
1.3.7. УСТОЙЧИВОСТЬ В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ 10
1.3.8. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЁЖНОСТИ 10
1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА 10
1.4.1. УСТРОЙСТВО ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ 11
1.4.2. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА 13
1.4.3. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ 14
1.4.4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 14
1.4.5. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ 15
1.4.5.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ВЫХОДОВ 15
1.4.5.2. ИНТЕРФЕЙС RS-485 15
1.4.5.3. ИНТЕРФЕЙСЫ UART, DiffUART 16
1.5. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ 16
1.5.1. МАРКИРОВКА 16
1.5.2. ПЛОМБИРОВАНИЕ 16
1.6. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ 17
1.7. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА 18
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ 18
2.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ 18
2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРА РАСХОДОМЕРА 19
2.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ 20
2.4. ПОРЯДОК РАБОТЫ 20
2.5. ДЕМОНТАЖ РАСХОДОМЕРА 20
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 21
4. ПОВЕРКА 22
5. РЕМОНТ 22
6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ 22
7. УТИЛИЗАЦИЯ 23
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ТРЕБОВАНИЯ К ДЛИНЕ ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ 24
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ РАСХОДОМЕРОВ 25

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 «В» 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;

КД – конструкторская документация;

КС – контрольная сумма;

МВ – монтажная вставка;

РЭ – руководство по эксплуатации;

ПО – программное обеспечение;

ПП – первичный преобразователь расхода;

ПС – паспорт прибора;

ПЧ – проточная часть первичного преобразователя расхода;

СИ – средство измерений;

ТУ – технические условия;

ЭД – эксплуатационная документация;

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

КМЧ – комплект монтажных частей;

ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь;

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

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).

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Расходомеры-счётчики КАРАТ-523 модификации В (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 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-вычислительные 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 технических условий и конструкторской документации.

Расходомеры модификации «В» имеют следующие общие характеристики:

- одинаковую степень защиты прибора от влаги и пыли;
- одно защитное исполнение корпуса электронного блока;
- 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 контактных интерфейсов обмена RS-485 или UART/DiffUART;
- запитываются от внешнего источника питания постоянного тока (встроенного элемента питания не предусмотрено).

Модификация «В» включает в себе различные исполнения, которые отличаются:

- типоразмерами – Ду корпуса первичного преобразователя;
- установочными размерами для монтажа расходомера в трубопровод;
- материалом корпуса первичного преобразователя:
  - Ду (20 - 80) – латунь;
  - Ду100 – нержавеющая сталь;
  - элементами монтажа в трубопровод – штуцерными или фланцевыми;
  - типами интерфейсов обмена RS-485 или UART/DiffUART;
  - классами точности;
  - диапазонами температуры рабочей среды.

В технической документации расходомеры обозначаются:

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

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

2 – Модификация – **В** – IP68.

3 – Исполнение корпуса электронного блока – **МБ** – моноблок.

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

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

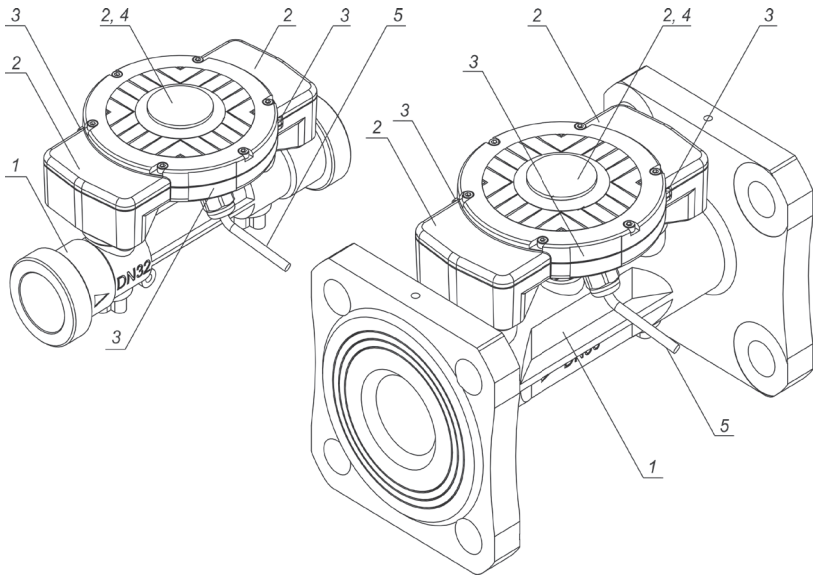
6 – Диапазон температуры рабочей среды, °С – **Т90** – от 0 до 90;
– **Т150** – от 0 до 150.

7 – Основной источник питания – **НП** – внешний источник питания;

8 – Тип установленного интерфейса обмена – **RS** – интерфейс RS-485 и импульсный выход;
– **UT** – интерфейс UART и импульсный выход;
– **DU** – интерфейс DiffUART и импульсный выход.

Базовое исполнение расходомера включает в себя два числоимпульсных выхода с оптронной гальванической развязкой, проводной интерфейс связи.

Внешний вид расходомеров представлен на рисунке 1.



1 – проточная часть (от Ду20 до Ду40 под штуцерное соединение от Ду50 до Ду100 под фланцевое соединение); 2 – поле нанесения маркировки расходомера; 3 – места пломбирования (пломба ОТК; пломба со знаком поверки); 4 – электронный блок; 5 – кабель коммуникационный (обеспечивает подключение: интерфейса обмена, числоимпульсных выходов измерения прямого и обратного потока, 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*

Модификация	Ду, мм	Значения измерения расхода, м³/ч:					Вес импульса, л/имп.[1)]
		порог чувствительности	q_{min}	q_t	q_{nom}	q_{max}	
В	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							

Таблица 2 *– Габаритные размеры и масса*

Модификация	Ду, мм	Габаритные размеры, мм, не более:			Масса, кг, не более
		длина	ширина	высота	
В	20	190	100	95	1,5
	25	200	100	95	1,6
	32	200	100	100	1,7
	40	220	100	110	2,6
	50	220	125	150	5,8
	65	220	160	172	7,5
	80	220	160	172	8,6
	100	250	215	330	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 приборов 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 коммуникационного кабеля (позиция 5, рис. 1) – не менее 1,3 м (по заказу 5,0 м).

На корпусе первичного преобразователя конструкционно предусмотрена возможность установки защитного заземления при монтаже прибора в трубопровод.

Степень защиты оболочки расходомера от попадания пыли и воды - IP68 по ГОСТ 14254-2015.

1.3.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Питание расходомеров осуществляется от внешних источников постоянного тока, которые, в зависимости от используемого интерфейса обмена, имеют различные технические характеристики. Ограничений по частоте и продолжительности сеансов связи с приборами верхнего уровня нет. Характеристики используемых источников приведены в таблице 4.

Таблица 4 *– Характеристики электропитания расходомеров*

Наименование характеристики	Значение	
	RS-485 [1)]	UART, DiffUART
Питание расходомеров: внешний источник питания постоянного тока - выходное напряжение, В - ток нагрузки, мА, не менее Коммуникационный кабель (подключение): - розовый - серый	 от 8 до 22 100 +12 В GND	 от 3,4 до 3,8 - +3,6 В GND
[1)] – Рекомендуется использовать источники питания трансформаторного типа, которые имеют сертификат соответствия требованиям стандартов по электробезопасности по ГОСТ IEC 60065-2013 (ГОСТ Р МЭК 60065-2002) и электромагнитной совместимости по ГОСТ 51318.14.1-2006		

1.3.3. 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	

1.3.4. 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 расходомера в условиях:

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

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

1.3.5. 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.

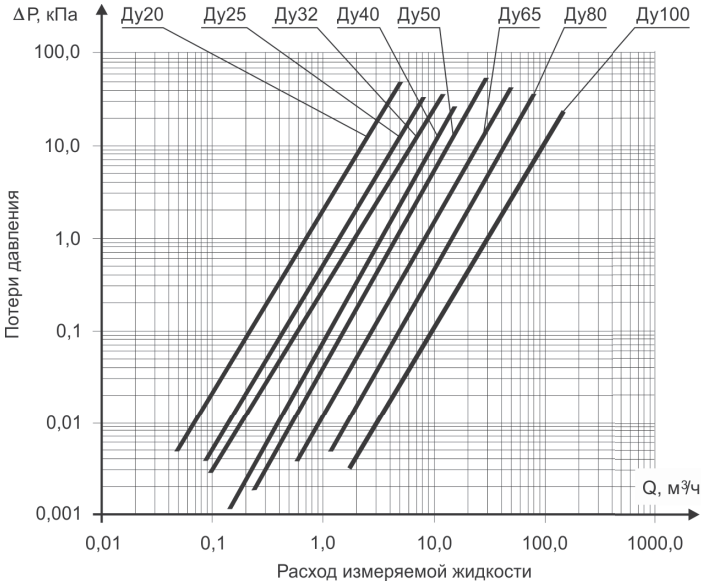


Рисунок 2 – *Номограмма потерь давления для расходомеров*

1.3.6. 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 с интерфейсом обмена RS-485 сохраняют свои метрологические характеристики в диапазонах отклонения напряжения питания:

$$U_{max} = 1{,}1 \cdot U_{пит\ max}\ (\text{при } U_{пит\ max} = 22\ \text{В});$$

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

Расходомеры с интерфейсом обмена UART/DiffUART сохраняют свои метрологические характеристики в диапазоне напряжения, указанном в таблице 4.

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.

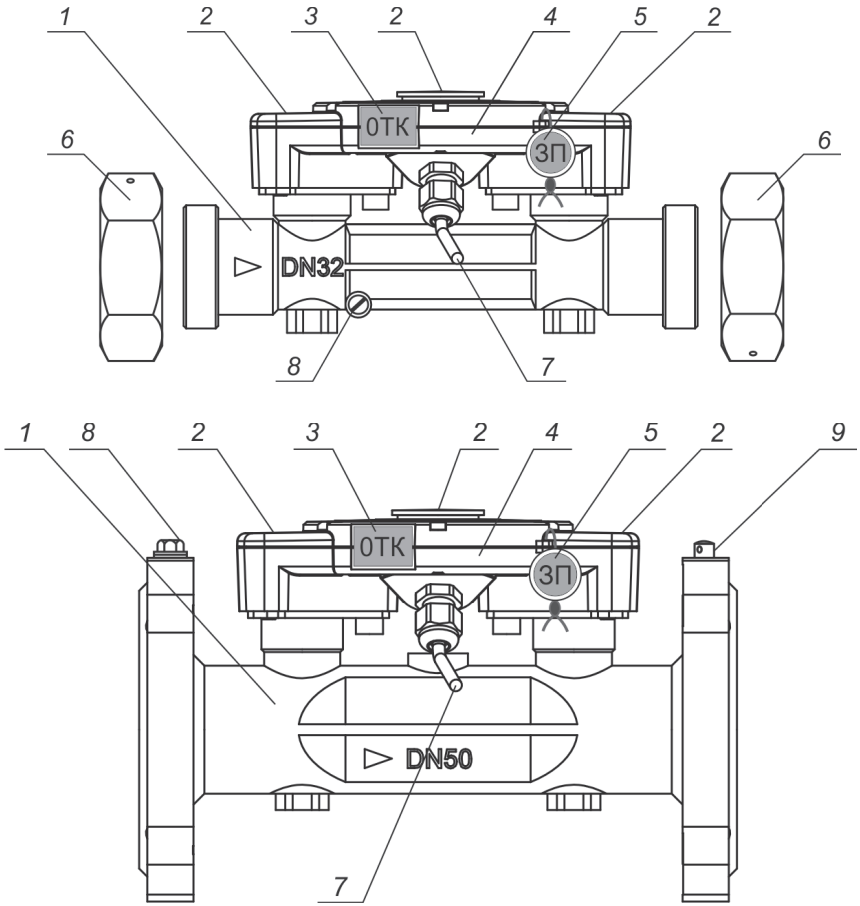
1.3.8. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЁЖНОСТИ

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

Конструктивно расходомер состоит из первичного преобразователя и электронного блока, жёстко соединённых друг с другом и образующих единое целое, смотрите рисунок 3.



1 – корпус первичного преобразователя; 2 – поля для нанесения маркировки; 3 - место расположения пломбы ОТК; 4 – корпус электронного блока; 5 – место расположения пломбы с нанесённым знаком поверки (ЗП); 6 – гайка накидная (с отверстием под пломбирование); 7 – кабель коммуникационный; 8 – элементы крепежа под заземление; 9 – винт под пломбирование

Рисунок 3 – *Устройство расходомеров*

1.4.1. УСТРОЙСТВО ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

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

- проточную часть;
- измерительный тракт.

Функционально ПП обеспечивает:

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

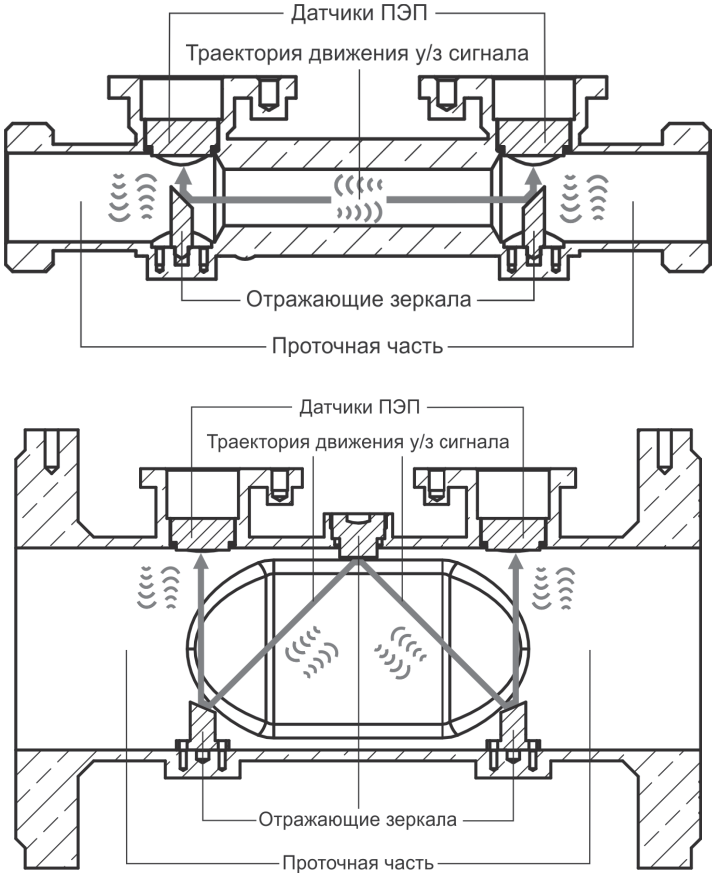


Рисунок 4 *– Принципиальная схема устройства и работы ПП*

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 по нему 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 расходомера первичный преобразователь по-разному присоединяется к трубопроводу:

- от Ду20 до Ду40 – резьбовое (штуцерное) присоединение;
- от Ду50 до Ду100 – фланцевое присоединение.

1.4.2. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА

Электронный блок, представленный на рисунке 5, представляет собой программируемое электронное вычислительное устройство, состоящее из измерительного и коммуникационного блоков, которые помещаются в единую защитную оболочку (корпус) – моноблок (МБ).

Электронный блок функционально обеспечивает:

- измерение времени прохождения у/з сигналов по направлению движения потока воды и против движения потока, поочерёдно подавая электрические сигналы на датчики ПЭП, и определение разности времени прохождения у/з сигналов по потоку и против потока воды;
- преобразование измеренной разности времени прохождения у/з сигналов:
  - в мгновенные значения расхода;
  - преобразование расхода в объем, накопление объема (текущее интегральное значение прошедшего объема с момента изготовления или последнего обнуления);
- формирование и выдачу ч/и сигналов, пропорциональных прошедшему через ИБ объему, на внешнее регистрирующее устройство по ч/и выходу;
- по запросу передаёт текущие значения объёма и расхода на внешнее регистрирующее устройство по интерфейсу обмена RS-485 или UART/DiffUART;
- получает питание от внешнего источника постоянного тока.

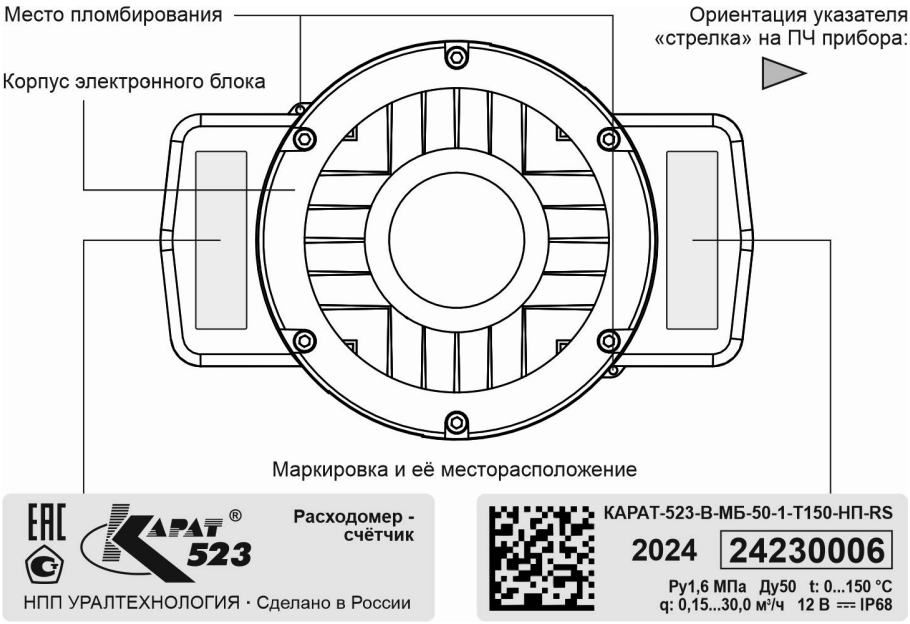


***Рисунок 5** – Внешний вид электронного блока с маркировкой*

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. 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, передачи, 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
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.

1.4.5. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Удалённый доступ к данным обеспечиваться посредством передачи:

- ч/и сигналов, соответствующих значениям текущего накопленного (интегрального) объёма, через импульсные выходы;
- значений текущего накопленного объёма и текущего (мгновенного) расхода посредством интерфейса обмена RS-485 или UART/DiffUART.

1.4.5.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ВЫХОДОВ

По числоимпульсному выходу данные передаются в виде последовательности импульсных сигналов на внешнее регистрирующее устройство, например, вычислитель. В расходомере установлено два числоимпульсных выхода 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.

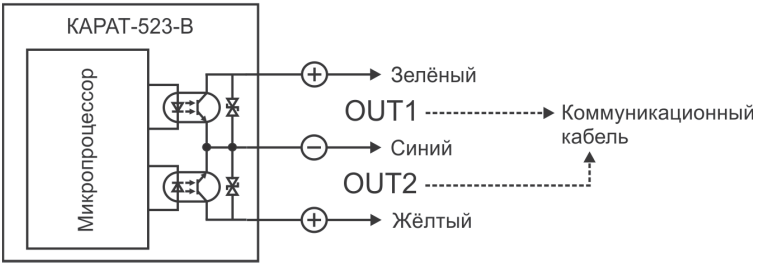


Рисунок 6 *– Принципиальная схема подключения импульсных выходов*

1.4.5.2. ИНТЕРФЕЙС RS-485

Интерфейс RS-485 соответствует характеристикам, указанным в таблице 8.

Таблица 8 – *Характеристики контактного интерфейса RS-485*

Наименование характеристики	Значение
Протокол обмена	Modbus RTU
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
Коммуникационный кабель (подключение): – коричневый – белый	 A B

1.4.5.3. ИНТЕРФЕЙСЫ UART, DiffUART

Интерфейсы UART соответствуют характеристикам, указанным в таблице 9.

Таблица 9 *– Характеристики контактных интерфейсов UART, DiffUART*

Наименование характеристики	Значение
Протокол обмена	Modbus RTU
Скорость передачи данных, бит/с, не более	2400, 4800
Длина линии связи, м, не более	5
Подключаемые приборы, шт., не более	1
Коммуникационный кабель (подключение): – коричневый – белый	 TXD RXD

1.5. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

1.5.1. 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 температуры рабочей среды, °С;
  - питание внешнее/встроенное – символ постоянного/переменного тока;
  - номинальное значение напряжения питания, В;
  - максимальное рабочее давление, МПа.

1.5.2. 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 электронный 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 электронного блока (рисунок 3, позиция 5 и рисунок 5, «место пломбирования»). 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, «место пломбирования»), или установкой самоклеящейся пломбы из водостойкого материала на корпус электронного блока (рисунок 3, позиция 3).

- При вводе расходомера в эксплуатацию заинтересованная организация выполняет пломбирование в местах монтажа прибора в трубопровод:
  - расходомеры Ду20, 25, 32, 40 пломбируются навесной пломбой с оттиском клейма заинтересованной стороны посредством проволоки, пропущенной через пломбировочные отверстия в накидных гайках (рисунок 3, позиция 8);
  - расходомеры Ду50, 65, 80, 100 пломбируются навесной пломбой с оттиском клейма заинтересованной стороны посредством проволоки, пропущенной через пломбировочный винт фланца проточной части (рисунок 3, позиция 9).

1.6. 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 10.

Таблица 10 *– Комплектность поставки расходомеров*

Наименование	Обозначение	Кол-во, шт.	Примечание
Расходомер-счетчик КАРАТ-523-В	СМАФ.407251.004-02	1	Помещаются в упаковочную тару
Паспорт (ПС)	СМАФ.407251.004 ПС	1	
Руководство Пользователя (РП)	СМАФ.407251.004-02 РП	1	
Руководство по эксплуатации (РЭ)	СМАФ.407251.004-02 РЭ	-	Размещаются в свободном доступе на www.karat-npo.com
Инструкция по монтажу (ИМ)	СМАФ.407251.004 ИМ	-	

Перечень оборудования, которое поставляется по заказу, приведён в таблице 11.

***Таблица 11** – 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)	
Внешний источник питания постоянного тока	Смотрите раздел 1.3.2 РЭ «Характеристики электропитания»

1.7. 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

При определении возможности применения расходомеров необходимо соблюдать прочностные и эксплуатационные ограничения для них, указанные в п. 1.3.1 настоящего руководства:

- гидравлическая прочность первичного преобразователя расходомера составляет не более 2.5 МПа;
- приборы сохраняют работоспособность при избыточном давлении в трубопроводах до 1,6 МПа включительно;
- для обеспечения штатной/корректной работы расходомеров, 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).

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 7;
- использовать расходомер в качестве монтажной вставки при выполнении сварочных работ (смотрите, СМАФ.407251.004 ИМ, раздел 3.3).

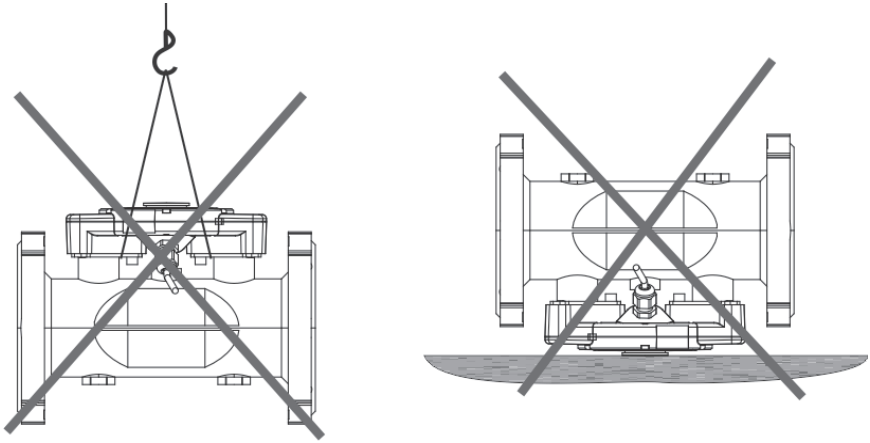


***Рисунок 7** – Недопустимые действия при работе с расходомерами*

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 регистрирующим устройством;
- 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 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 нормируемых 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 и техническим 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 12.

Таблица 12 *– 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: ЭБ, 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 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

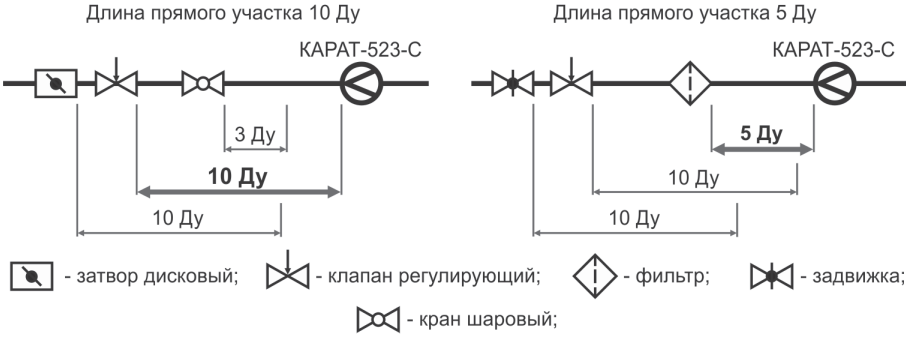


Рисунок А.1 *– Примеры определения длины прямого участка*

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.

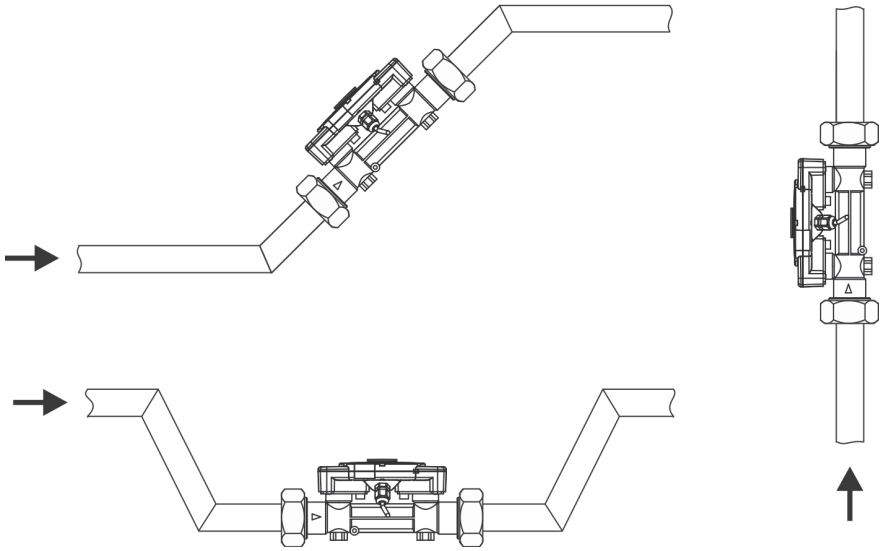


Рисунок Б.1 *– Рекомендуемые варианты установки расходомера*

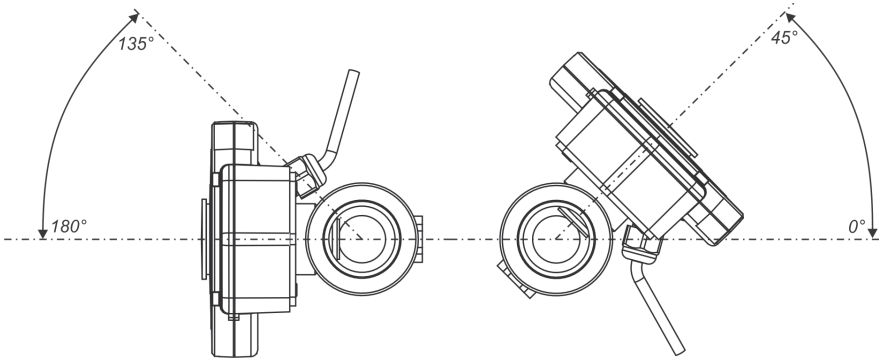


Рисунок Б.2 *– Рекомендуемая ориентация ЭБ расходомера при монтаже в горизонтальные и наклонные трубопроводы*

ДЛЯ ЗАМЕТОК

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