Научно-производственное предприятие
«Карат»

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

СМАФ.407212.001 РЭ

Расходомеры-счетчики электромагнитные

КАРАТ- 551М

ООО НПП «Карат» является
правообладателем торговой марки «КАРАТ»

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

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

www.karat-npo.com

Производитель - ООО НПП «Карат»
ООО НПП «Уралтехнология» переименовано в ООО НПП «Карат»
(запись в ЕГРЮЛ от 29.05.2026г. ГРН 2269600690511)

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 5
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА 6
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 6
1.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ 6
1.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 7
1.3.1. Технические и метрологические характеристики 7
1.3.2. Характеристики электропитания 8
1.3.3. Гидравлические характеристики 8
1.3.4. Требования к электромагнитной совместимости 9
1.3.5. Условия эксплуатации 9
1.3.6. Характеристики надёжности 10
1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА 10
1.4.1. Конструкция расходомера 10
1.4.2. Методика измерений 15
1.4.3. Архивирование данных 15
1.5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 16
1.6. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ 17
1.6.1. Импульсный выход 17
1.6.2. Токовый выход 18
1.6.3. Проводной интерфейс обмена RS-485 19
1.6.4. Оптический интерфейс обмена IrDA 19
1.7. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 19
1.7.1. Основное меню 21
1.7.2. Архивные данные 22
1.7.3. Сервисное меню 23
1.7.4. Коды ошибок 24
1.7.5. Режим расширенной точности отображения 25
1.8. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ 25
1.8.1. Маркировка 25
1.8.2. Пломбирование 26
1.9. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ 26
1.10. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА 27
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ 28
2.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ 28
2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРА 28
2.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ 29
2.4. ПОРЯДОК РАБОТЫ 29
2.5. ДЕМОНТАЖ 29
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 30
4. ПОВЕРКА 31
5. РЕМОНТ 31
6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ 31
7. УТИЛИЗАЦИЯ 32
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Требование к длине прямых участков 33
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Рекомендации по установке в трубопровод 34
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Установка перемычек в разъём конфигурирования 35

ВВЕДЕНИЕ

Расходомеры-счетчики электромагнитные КАРАТ-551М производятся Обществом с ограниченной ответственностью НПП «Карат».

Расходомеры зарегистрированы:

- в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ) Российской Федерации;
- в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

Настоящее руководство распространяется на все конструктивные исполнения расходомеров КАРАТ-551М и предназначается для изучения устройства и эксплуатации приборов.

Конструкция расходомеров КАРАТ-551М постоянно совершенствуется предприятием-изготовителем, поэтому в Вашем экземпляре расходомера могут быть незначительные отличия от приведенного в настоящем документе описания, не влияющие на метрологические и технические характеристики расходомера и его работоспособность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

п/п – плата печатного монтажа;

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

Ду/DN – типоразмер расходомера (диаметр условного прохода ПЧ расходомера);

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

ПП – первичный преобразователь (прочная часть) расходомера;

ЭБ – электронный блок расходомера;

ЭД – эксплуатационная документация;

ЖКИ – жидкокристаллический индикатор;

ОТК – отдел технического контроля;

ЭДС – электродвижущая сила;

АССПД – автоматизированная система сбора и передачи данных;

Q – расход, измеренный расходомером;

$\mathbf{Q_{max}}$ – максимальный предел измерения расхода;

$\mathbf{Q_{min}}$ – минимальный предел измерения расхода;

$\mathbf{Q_{nom}}$ – номинальное значение расхода;

$\mathbf{Q_{изм}}$ – измеренное значение расхода;

$\mathbf{Q_{пор}}$ – пороговое значение расхода (порог чувствительности прибора);

$\mathbf{Q_{t1}, Q_{t2}}$ – переходное значение расхода (изменяется значение допускаемой погрешности расходомера);

LED светоизлучающий диод или светодиод;

ФИФ ОЕИ – федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

USB-IrDA устройство – оптоголовка КАРАТ-916 СМАФ.426434.001.

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Расходомеры-счетчики электромагнитные КАРАТ-551М (далее по тексту расходомеры или приборы) предназначены для измерений объёма и объёмного расхода холодной или горячей воды, а также других электропроводящих жидкостей и преобразования этих величин для целей коммерческого и технологического учёта.

Расходомеры применяются на объектах ЖКХ и промышленности в условиях круглосуточной эксплуатации в качестве измерительных преобразователей расхода, как автономно (например, в составе теплосчётчиков, измерительных комплексов и т. п.), так и в составе измерительных систем (например, АССПД, систем контроля и регулирования технологических процессов и т. п.).

1.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ

Расходомеры представляют собой микропроцессорные измерительно-вычислительные устройства, выполняющие измерения объёма и объёмного расхода прошедшей через первичный преобразователь расходомера жидкости, и соответствующие требованиям: ГОСТ 28723-90, серии ГОСТ Р ЕН 1434-2011.

Приборы производятся в соответствии с СМАФ.407212.001 ТУ «Расходомеры-счетчики электромагнитные КАРАТ-551М. Технические условия» и выпускаются в исполнениях, которые отличаются:

- типоразмерами;
- типами выходных сигналов;
- интерфейсами обмена;
- возможностью измерений прямого или прямого и обратного потоков;
- наличием или отсутствием индикации.

Тип присоединения в трубопровод – фланцевое для всех исполнений.

В технической документации расходомеры обозначаются:

Обозначение расходомера:	**КАРАТ-551М**	**–**	**XX**	**–**	**X**
Номер позиции в обозначении:	**1**		**2**		**3**

Где: 1 – Обозначение типа расходомеров – **КАРАТ-551М**.
2 – Типоразмер (Ду), мм. – **20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 150**.
3 – Коммуникационное исполнение – **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11**.

Перечень коммуникационных исполнений приборов представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Коммуникационные исполнения расходомеров

Вариант исполнения	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Импульсный выход	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Частотный выход		+										
Токовый выход 0 – 5 мА			+			+						
Токовый выход 4 – 20 мА				+			+					
Цифровой интерфейс RS-232 [1)]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Цифровой интерфейс RS-485								+	+		+	
Наличие индикации			+	+		+	+		+	+	+	+
Измерение обратного потока					+	+	+				+	+
[1)] – Служебный интерфейс.												

Внешний вид прибора показан на рисунке 1.1.

Рисунок 1.1 – Внешний вид расходомеров (исполнение без индикации и исполнение с индикацией)

1.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.3.1. Технические и метрологические характеристики

Расходомеры обладают установленными характеристиками. Основные технические и метрологические характеристики расходомеров представлены ниже в таблицах 1.2, 1.3, 1.4, а также приведено описание физических характеристик измеряемой (рабочей) жидкости.

Таблица 1.2 – Габаритные размеры и масса

хода	Габаритные размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
КАРАТ-551М-20	155	105	230	3,9
КАРАТ-551М-25	155	115	245	4,1
КАРАТ-551М-32	160	135	258	5,4
КАРАТ-551М-40	200	145	267	6,7
КАРАТ-551М-50	205	160	280	8,2
КАРАТ-551М-65	210	180	300	10,0
КАРАТ-551М-80	240	195	320	13,0
КАРАТ-551М-100	250	230	345	17,7
КАРАТ-551М-150	320	300	400	33,2

Таблица 1.3 – Диапазоны измеряемых значений расхода и вес импульса

Типоразмер расходомера	Пределы измерения расхода, $м^3/ч$						Вес импульса, л/имп.
	$Q_{пор}$	Q_{min}	Q_{t2}	Q_{t1}	Q_{nom}	Q_{max}	
КАРАТ-551М-20	0,015	0,040	0,067	0,100	5,0	10,0	1,0
КАРАТ-551М-25	0,03	0,072	0,125	0,180	9,0	18,0	1,0
КАРАТ-551М-32	0,05	0,120	0,200	0,300	15,0	30,0	1,0
КАРАТ-551М-40	0,08	0,180	0,270	0,450	22,5	45,0	1,0
КАРАТ-551М-50	0,12	0,300	0,500	0,750	37,5	75,0	10,0
КАРАТ-551М-65	0,20	0,480	0,830	1,200	60,0	120,0	10,0
КАРАТ-551М-80	0,30	0,720	1,250	1,800	90,0	180,0	10,0
КАРАТ-551М-100	0,50	1,200	2,000	3,000	150,0	300,0	10,0
КАРАТ-551М-150	1,14	2,280	3,800	5,700	285,0	570,0	100,0

В качестве рабочей (измеряемой) среды используется вода или иная электропроводящая неагрессивная жидкость с характеристиками:

- удельная электрическая проводимость, мкСм/м, не менее ……..... 200;
- температура жидкости, °С ……..... 5 -150;
- давление, МПа, не более ……..... 2,5.

Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объёма и расхода в прямом и обратном направлении приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Пределы допускаемой относительной погрешности

Пределы допускаемой относительной погрешности, %, при измерении:	Диапазон измерений расхода		
	от Q_{min} до Q_{t2} [1)]	от Q_{t2} до Q_{t1} [1)]	от Q_{t1} до Q_{max}
- объема по импульсному выходу; - расхода по частотному выходу; - расхода и объема по индикации и цифровому выходу	±3,0	±2,0	±1,0
	от Q_{min} до $0,3 \cdot Q_{max}$ [1)]	от $0,3 \cdot Q_{max}$ до Q_{max}	
- расхода по токовому выходу	$\pm 0,025 \cdot (Q_{max}/Q_{изм})$	±1	
[1)] – Значения величин не входят в указанный интервал измерений.			

1.3.2. Характеристики электропитания

Электропитание расходомера осуществляется от внешнего источника постоянного напряжения (от 11,5 до 15) В, потребляемая электрическая мощность не более 4 Вт. Источник питания подключается к прибору через клеммные соединители, расположенные на печатной плате электронного блока (смотрите рисунок 1.4).

1.3.3. Гидравлические характеристики

На рисунке 1.2 изображены графики зависимости потери давления в проточной части в зависимости от расхода для различных типоразмеров расходомеров.

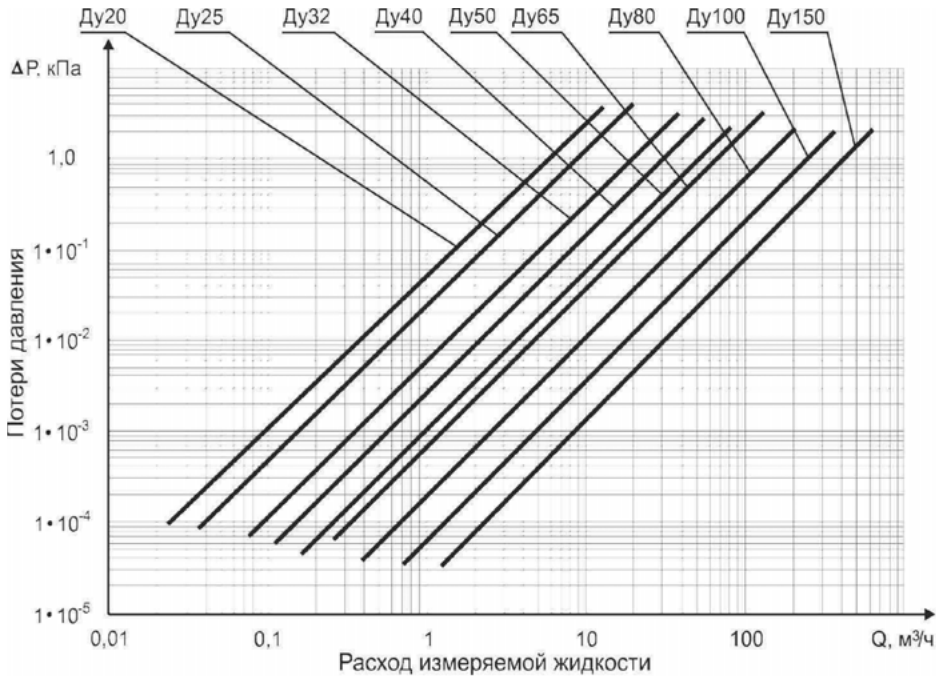


Рисунок 1.2 – Номограмма потерь давления

1.3.4. Требования к электромагнитной совместимости

Расходомеры устойчивы к следующим видам электромагнитных помех:

- воздушным электростатическим разрядам по ГОСТ 30804.4.2-2013, с параметрами, определёнными разделом 5 ГОСТ Р 51649-2014 и 6.15 ГОСТ Р ЕН 1434-4-2011;
- радиочастотному электромагнитному полю по ГОСТ 30804.4.3-2013, с параметрами, определёнными разделом 5 ГОСТ Р 51649-2014 и 6.17 ГОСТ Р ЕН 1434-4-2011;
- воздействию внешнего магнитного поля напряженностью 400 А/м, образованного переменным током частотой 50 Гц.

Расходомеры соответствуют классу Б по ГОСТ Р 51318.22-99 в части требований к уровню поля, создаваемого ими во время работы.

Расходомеры устойчивы к динамическим изменениям напряжения электропитания по ГОСТ Р 52931-2008.

1.3.5. Условия эксплуатации

Расходомеры сохраняют свои метрологические и эксплуатационные характеристики при работе в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С ..... от +5 до +50;
- относительная влажность при температуре 35 °С, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 106,7;
- механическое воздействие по ГОСТ Р 52931-2008 ..... N2.

Расходомеры выдерживают воздействие синусоидальной вибрации частотой в

диапазоне от 5 до 80 Гц, амплитудой смещения 0,075 мм, по группе N4 по ГОСТ Р 52931-2008.

Оболочка расходомера обеспечивает защищенность компонентов ЭБ от воздействия пыли и воды по ГОСТ 14254-2015 – IP65.

1.3.6. Характеристики надёжности

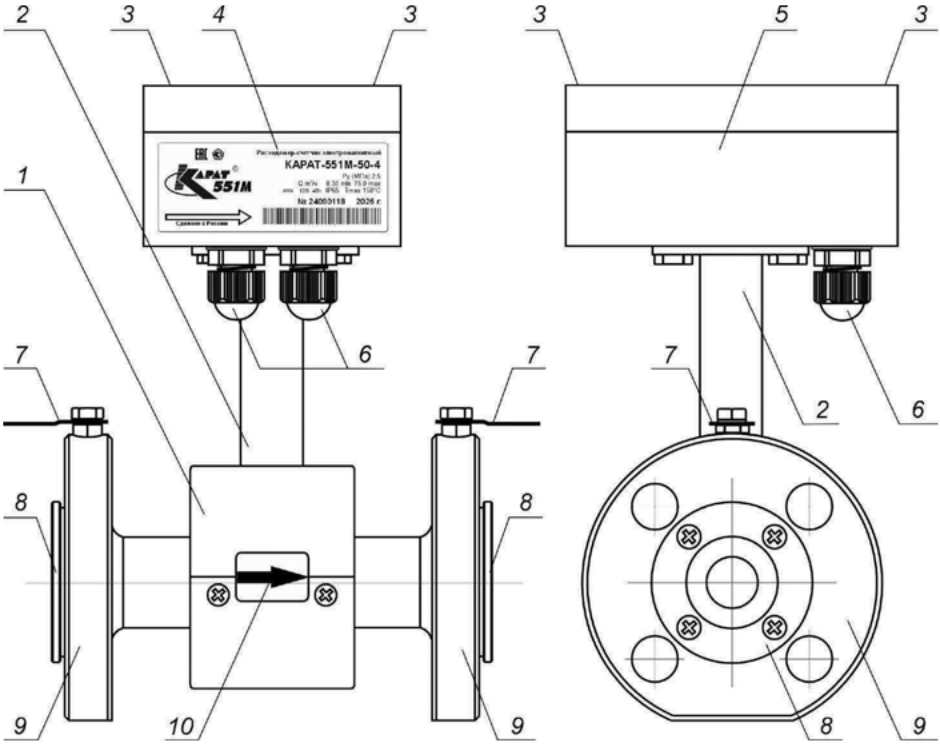
Средняя наработка расходомера на отказ составляет 80000 ч. Критерием отказа является отсутствие сигналов на выходах прибора.

Средний срок службы расходомера составляет 12 лет.

1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

1.4.1. Конструкция расходомера

Общий вид расходомера представлен на рисунке 1.3.



1 – первичный преобразователь; 2 – стойка-соединитель; 3 – отверстия для пломбирования энергоснабжающей организации; 4 – маркировка расходомера; 5 – корпус ЭБ с крышкой; 6 – кабельный ввод; 7 – выравнивающий токопровод (СМАФ.407212.001 ИМ, раздел 3.6.1); 8 – кольцо защитное; 9 – фланец присоединительный; 10 – указатель стрелка, показывает направление потока

Рисунок 1.3 – Общий вид расходомера

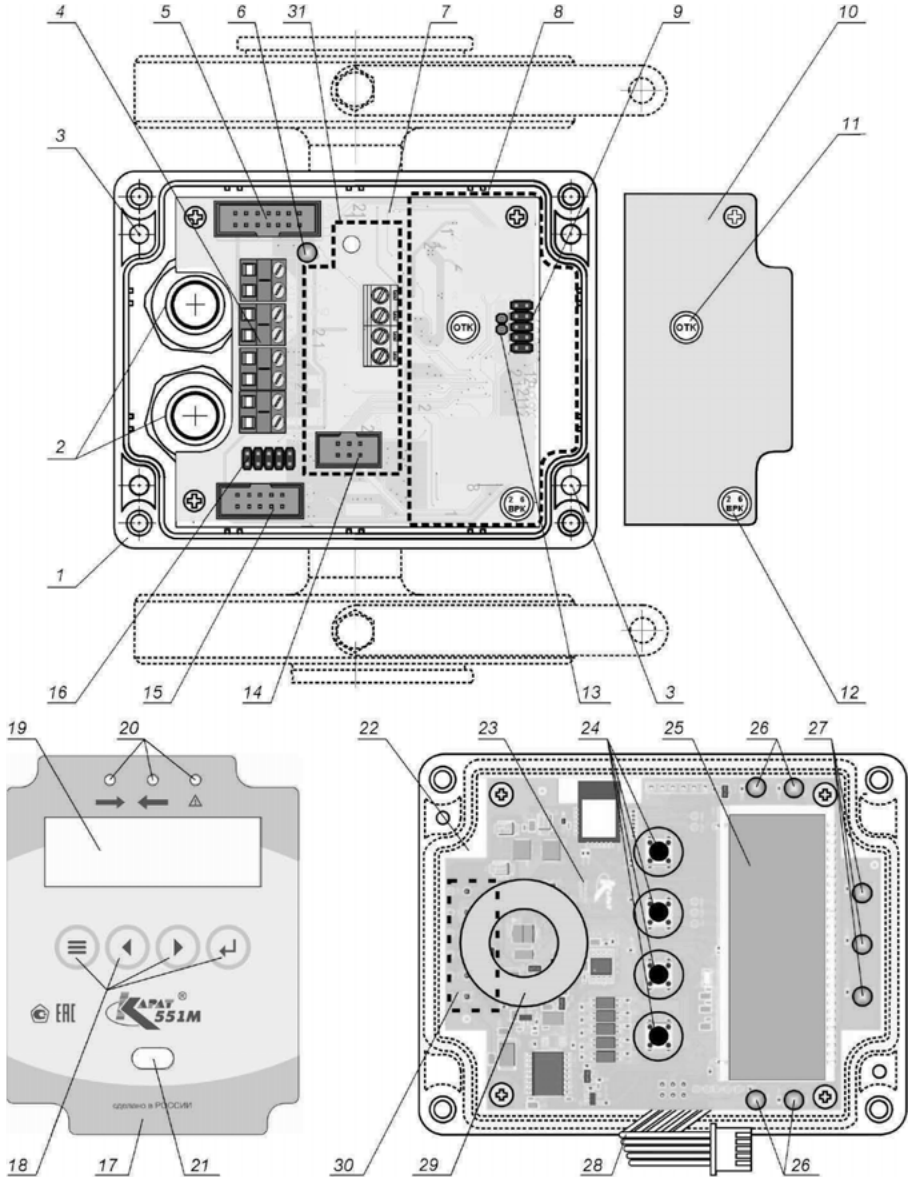
Расходомер состоит из первичного преобразователя (ПП), который устанавливается в трубопровод с измеряемой жидкостью, и электронного блока (ЭБ), служащего для преобразования сигнала с ПП, отображения и хранения данных. Конструктивно ПП и ЭБ соединены между собой стойкой-соединителем (смотрите, позиции 1, 5, 2, рисунок 1.3).

Первичный преобразователь (позиция 1, рисунок 1.3) включает в себя измерительный участок, выполненный в виде трубы из немагнитной стали, футерованной изнутри защитным материалом (фторопластом). От повреждений при монтаже в трубопровод торцы футеровки закрываются кольцами (позиция 8, рисунок 1.3), которые крепятся на присоединительные фланцы (позиция 9, рисунок 1.3). На внутренней поверхности трубы измерительного участка находятся два измерительных электрода из нержавеющей стали, электроды расположены в одном поперечном сечении, заподлицо с внутренней поверхностью футеровки. Снаружи трубы измерительного участка установлены электромагнитные катушки (создают магнитное поле в заполненном жидкостью измерительном участке), которые закрыты защитным кожухом. Электромагнитные катушки и измерительные электроды образуют магнитную систему расходомера.

Устройство ЭБ расходомера представлено на рисунке 1.4. Расходомеры в зависимости от коммуникационного исполнения (таблица 1.1) выпускаются как с индикацией, так и без индикации на электронном блоке (смотрите, рисунки 1.1, 1.4). Геометрические размеры корпуса ЭБ одинаковы для всех исполнений приборов, вне зависимости от типоразмеров. Печатная плата ЭБ (позиция 7, рисунок 1.4) используется в неизменном виде для всех исполнений и типоразмеров.

ЭБ расходомера без индикации состоит из корпуса с непрозрачной крышкой и печатной платы ЭБ (позиция 7, рисунок 1.4), которая крепится к корпусу на стойках. В нижней части корпуса установлены два самоуплотняющихся кабельных ввода (рисунок 1.3, позиция 6). Корпус ЭБ изготовлен из ударопрочного пластика, на боковой поверхности корпуса нанесена маркировка прибора (рисунок 1.3, позиция 4 и рисунок 1.9,). Печатная плата ЭБ частично закрыта защитной крышкой (позиция 10, рисунок 1.4), которая ограничивает доступ к технологическим разъёмам печатной платы ЭБ. На крышке (позиция 10, рисунок 1.4) предусмотрены места нанесения защитных пломб ОТК (позиция 11, рисунок 1.4) и знака поверки (позиция 12, рисунок 1.4). Место установки защитной крышки на плату печатного монтажа показано на рисунке 1.4, позиция 8.

ЭБ расходомера с индикацией состоит из корпуса (позиция 1, рисунок 1.4) с прозрачной крышкой (позиция 22, рисунок 1.4) и двумя самоуплотняющимися кабельными вводами (позиция 2, рисунок 1.4), печатной платы ЭБ (позиция 7, рисунок 1.4), печатной платы ЖКИ (позиция 23, рисунок 1.4). Прозрачная крышка корпуса ЭБ закрыта сверху защитной плёнкой (позиция 17, рисунок 1.4), которая оставляет окна для считывания информации с экрана ЖКИ (позиция 19, рисунок 1.4) и светодиодов индикации (позиция 20, рисунок 1.4). На печатной плате ЖКИ располагается экран индикатора (позиция 25, рисунок 1.4), кнопки управления меню (позиция 24, рисунок 1.4), светодиоды индикации (два зелёных и один красный, позиция 27, рисунок 1.4) и светодиоды подсветки экрана ЖКИ (позиция 26, рисунок 1.4. Печатные платы ЭБ и ЖКИ (позиции 7 и 23, рисунок 1.4) соединяются шлейфом подключений (позиция 28, рисунок 1.4).



1 – корпус электронного блока; 2 – кабельный ввод; 3 – отверстие под пломбирование энергоснабжающей организации; 4 – блок клеммных соединителей подключения внешних цепей п/п ЭБ; 5 – сервисный разъём; 6 – LED индикации состояния прибора; 7 – печатная плата ЭБ; 8 – место расположение защитной крышки печатной платы ЭБ; 9 – технологический разъём; 10 – защитная крышка печатной платы ЭБ; 11 – место нанесения защитной пломбы ОТК; 12 – место нанесения пломбы со знаком поверки; 13 – джампер для разрешения записи па-

раметров; 14 – разъём подключения п/п ЖКИ и RS-485; 15 – разъём подключения служебного интерфейса RS-232; 16 – разъём конфигурирования; 17 – маркировка защитной плёнки крышки корпуса для приборов с индикацией; 18 – обозначение и маркировка кнопок управления меню; 19 – окно для экрана ЖКИ; 20 – окна для светодиодов индикации и их маркировка; 21 – обозначение порта оптического интерфейса IrDA; 22 – прозрачная крышка корпуса ЭБ; 23 – печатная плата ЖКИ; 24 – кнопки управления меню; 25 – экран ЖКИ; 26 – LED подсветки экрана ЖКИ; 27 – LED индикации состояния расходомера с ЖКИ; 28 – шлейф подключения п/п ЖКИ к п/п ЭБ; 29 – шайба магнитная (фиксация USB-IrDA устройства); 30 – блок клеммных соединителей подключения внешних цепей п/п ЖКИ (находится на обратной стороне п/п ЖКИ и RS-485, рисунок 1.6); 31 – п/п интерфейса RS-485 с блоком клеммных соединителей (только для исполнения 7)

Рисунок 1.4 – Устройство электронного блока

На печатной плате ЭБ (позиция 7, рисунок 1.4) размещены:

- сервисные и технологические разъёмы позиции – 5, 9, 13, 14, 15, 16;
- блок клеммных соединителей, позиция 4 – подключение (рисунок 1.5):
  - внешнего источника постоянного напряжения (питание расходомера);
  - линий передачи числоимпульсных сигналов на внешнее устройство;

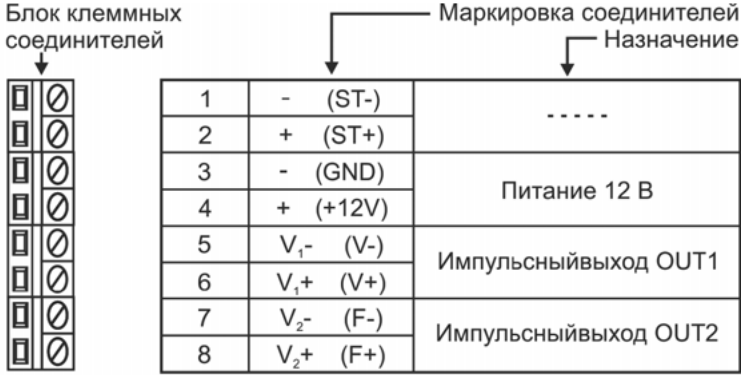


Рисунок 1.5 – Подключение внешних цепей к п/п ЭБ

- LED индикации, позиция 6 – отображает текущее состояние расходомера, посредством световых сигналов, таблица 1.5.

Таблица 1.5 – Сигналы LED индикации п/п ЭБ

Состояние LED	Наименование ситуации
Постоянное свечение	Измерение прямого потока
Одиночные мигания	Аппаратная неисправность
Двойные мигания	Измерение обратного потока
Тройные мигания	Расход меньше порогового значения
Непрерывные мигания	Расход больше максимального значения

На крышке корпуса расходомеров с индикацией располагается шайба магнитная (позиция 29, рисунок 1.4), которая фиксирует устройство USB-IRDA (оптоголовку КАРАТ) на корпусе ЭБ расходомера

На печатной плате ЖКИ (позиция 23, рисунок 1.4) размещаются:

- ЖКИ, позиция 25, LED подсветки, позиция 26;
- кнопки управления меню, позиция 24:
- блок клеммных соединителей, позиция 30 – подключение (рисунок 1.6):
  - интерфейса RS-485;
  - внешнего источника постоянного напряжения – питание выходных токовых сигналов, либо интерфейса RS-485;
  - линии передачи выходных токовых сигналов на внешнее устройство;

Рисунок 1.6 – Подключение внешних цепей к п/п ЖКИ и RS-485

- LED индикации, позиция 27 – отображает состояние прибора с индикацией, смотрите таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – Сигналы LED индикации п/п ЖКИ

LED и маркировка		Состояние LED	Наименование ситуации
Зелёный LED	⟹	Горит непрерывно	Измерение прямого расхода
Зелёный LED	⟸	Горит непрерывно	Измерение обратного расхода
Красный LED	⚠	Мигает непрерывно	Ошибка связи между печатными платами ЭБ и ЖКИ
		Горит непрерывно	Аппаратная ошибка – сбой памяти и т.п.

На печатной интерфейса RS-485 (позиция 31, рисунок 1.4), применяется только для исполнения 7, устанавливается блок клеммных соединителей подключения интерфейса RS-485 (рисунок 1.7).

Рисунок 1.7 – Подключение внешних цепей к п/п RS-485

Характеристики внешнего источника питания постоянного напряжения, используемого для питания интерфейса обмена RS-485, приведены в разделе 1.6.3 в таблице 1.8.

Подключение внешних устройств к печатной плате ЭБ осуществляется через герметизированные кабельные вводы (позиция 6, рисунок 1.3 и позиция 2,

рисунок 1.4). При подключении рекомендуется использовать кабели круглого сечения с диаметром по изоляции (от 3,5 до 5,5) мм.

1.4.2. Методика измерений

Принцип действия расходомеров основан на электромагнитном методе измерений, при котором в потоке жидкости, протекающей через наведённое системой электромагнитов магнитное поле, возникает ЭДС, пропорциональная скорости потока. ЭДС воспринимается электродами, вмонтированными в проточную часть расходомера, и передаётся в ЭБ (в схему обработки сигнала), где преобразуется в значение расхода и объёма. Результат измерений выдаётся в виде электрических сигналов, которые в зависимости от исполнения расходомера (типа используемого выхода) представляются:

- импульсный выход – в виде количества импульсов с нормируемым весом (ценой), которое пропорционально прошедшему через ПП объёму жидкости;
- частотный выход – в виде частотной импульсной последовательности пропорциональной расходу измеряемой жидкости;
- токовый выход – в унифицированный сигнал постоянного тока пропорциональный расходу измеряемой жидкости.

Характеристика преобразования сигнала на импульсном выходе имеет вид:

$$V = V_s \cdot N$$

где: V – объем протекшей через расходомер жидкости, м^3;
V_s – вес импульса, установленный на расходомере, м^3/имп;
N – количество импульсов на импульсном выходе.

Характеристика преобразования сигнала на частотном выходе, имеет вид:

$$Q = F_{out} : F_{max} \cdot Q_{max}$$

где: Q – текущее значение объёмного расхода м^3/ч;
Q_{max} – максимальное значение объёмного расхода для данного Ду.
F_{out} – частота сигнала на частотном выходе, Гц;
F_{max} – максимальная частота преобразования сигнала, 1000 Гц.

Характеристика преобразования сигнала на токовом выходе, имеет вид:

$$Q = (I_{out} - I_0) \cdot Q_{max} : (I_{max} - I_0)$$

где: Q – текущее значение объёмного расхода м^3/ч;
Q_{max} – максимальное значение объёмного расхода для данного Ду;
I_{out} – значение выходного токового сигнала, мА;
I_0 – значение токового сигнала при нулевом расходе, (0 или 4) мА;
I_{max} – максимальное значение токового сигнала, I_{max} = (5 или 20) мА.

Данные, полученные после преобразования:

- отображаются на ЖКИ и сохранения в архиве (для приборов с индикацией);
- передаются на внешнее регистрирующее устройство по интерфейсу обмена.

1.4.3. Архивирование данных

Все расходомеры с индикацией ведут архив. Архив предназначен для удалённого просмотра. На ЖКИ доступен к просмотру один помесячный интегральный архив. Все другие разделы архива передаются по запросу на внешнее регистрирующее устройство (например, компьютер) по интерфейсу обмена.

Архив расходомера в общем виде включает в себя следующие разделы:

- помесячный интегральный архив – не менее 144 записей (месяцев);
- помесячный архив – не менее 144 записей;
- посуточный интегральный архив – не менее 400 записей;

- посуточный архив – не менее 460 записей;
- почасовой архив – не менее 1440 записей;
- журнал событий – не менее 256 записей (событий).

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, когда расход был:
  - меньше минимального [1)] пользовательского значения, ч (h);
  - больше максимального [1)] пользовательского значения, ч (h);
- флаги ошибок, индикация знака «ошибки» (смотрите, таблицу 1.10);
- время наработки (время корректной работы прибора), ч (h).

[1)] – минимальное/максимальное пользовательские значения – граничные значения расхода, которые задаются при конфигурировании расходомера.

Перечень фиксируемых данных в журнале событий:
- включение прибора;
- установка времени в приборе по каналу связи;
- расход выше максимального метрологического;
- обратный расход;
- отсутствие воды;
- очистка архивов.

Записи в архиве располагаются последовательно по возрастанию времени создания записи. Архив имеет циклическую структуру: при заполнении архива новая запись создаётся на месте самой старой записи архива. Время хранения архивных данных – не ограничено.

1.5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение расходомера встроенное, не перезагружаемое. В нём отсутствуют процедуры модификации ПО и содержимого архива.

Программное обеспечение разделено на две части:
- метрологически значимая часть – программные модули, выполняющие функции сбора, передачи, обработки, хранения и представления измерительной информации;
- метрологически не значимая часть – программные модули формата отображения данных, структуры коммуникационного протокола.

Идентификационные данные встроенного ПО включают в себя: наименование и идентификационное наименование ПО, номер версии ПО (идентификационный номер) и цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода). Указанные данные представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные	Значение	
Наименование ПО	КАРАТ-551М	КАРАТ-551М-Р [1)]
Идентификационное наименование ПО	k551m-imp_freQ.bin	k551m-imp_reverse.bin

Номер версии ПО	2.6	3.6

Таблица 1.7 – Продолжение

Идентификационные данные	Значение	
Цифровой идентификатор ПО	0xB471	0xDC68
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16	CRC16
1) – ПО для измерения значений прямого и обратного потока.		

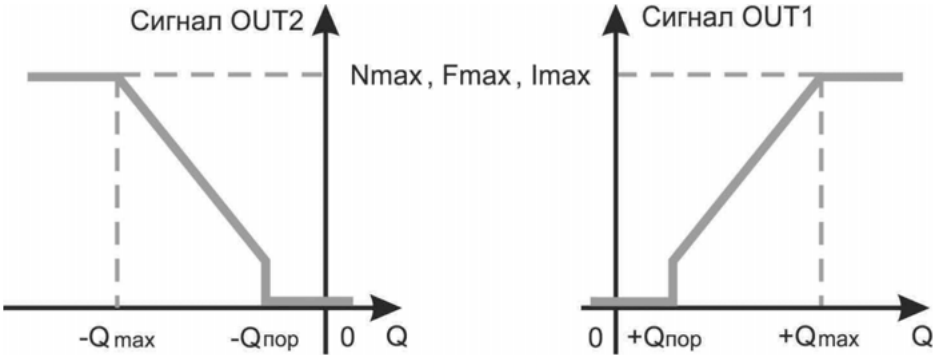
Уровень защиты встроенного ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» по Р 50.2.077-2014.

1.6. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Доступ к данным расходомера обеспечиваться посредством:

- передачи измерительных сигналов по импульсным, токовым или частотным выходам;
- передачи архивных данных по интерфейсам обмена (RS-485 и/или IrDA);
- отображения данных на экране ЖКИ расходомера.

Если значения расхода жидкости в трубопроводе будет ниже значения $Q_{пор}$, то прибор считает расход жидкости равным нулю. Если значения расхода превышают максимальный предел измерения, то прибор постоянно будет считать расход равным максимальному – Q_{max}. Данный алгоритм работы распространяется и на все исполнения расходомеров с импульсным, токовым и частотным выходами, смотрите рисунок 1.8.



$\pm Q_{пор}$ – порог чувствительности расходомера (таблица 1.3)

Рисунок 1.8 – Выходные сигналы расходомера

1.6.1. Импульсный выход

По импульсному выходу расходомера данные передаются в виде ч/и сигналов, которые пропорциональны количеству прошедшей через проточную часть расходомера жидкости. В зависимости от исполнения, устанавливается:

- один импульсный выходных каскад – измерение прямого потока OUT1;
- два импульсных выходных каскада – измерение прямого OUT1 и обратного (реверсивного) OUT2 потоков (смотрите, рисунок 1.8).

Схема подключения импульсного выхода показана на рисунке 1.9.

Характеристика импульсных сигналы на выходных каскадах OUT1 и OUT2:
- форма выходного сигнала – импульсная последовательность;
- схема выходного сигнала – открытый коллектор;
- максимальное напряжение – 30 В;
- максимальный ток нагрузки – 2 мА;
- напряжение в открытом состоянии при максимальном токе нагрузки – 0,3 В;
- длительность импульса – не менее 32 мс;
- частота следования импульсов – не более 16 Гц;
- сопротивление в состоянии «замкнуто» – не более 4,5 кОм;
- сопротивление в состоянии «разомкнуто» – не менее 800 кОм.

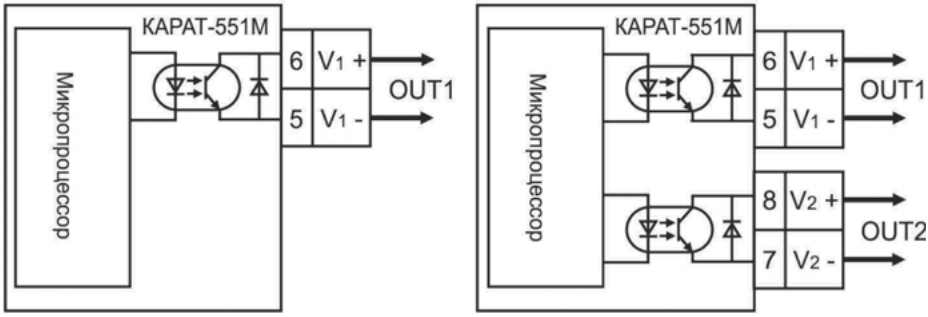


Рисунок 1.9 – Подключение импульсного выхода

1.6.2. Токовый выход

Токовый выход представляет собой аналоговый выходной сигнал, который передаёт текущую величину расхода измеряемой жидкости, преобразованную в ток. Схема включения токового выхода представлена на рисунке 1.9.

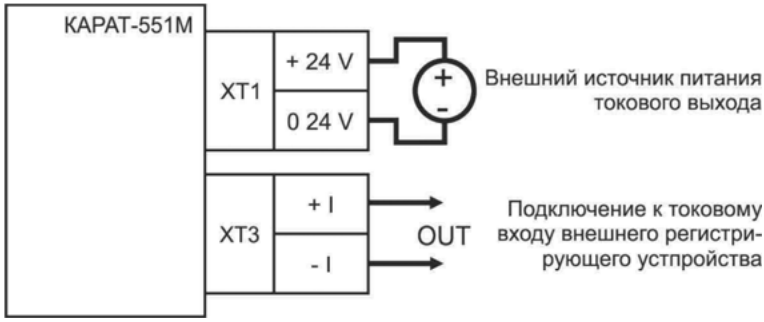


Рисунок 1.10 – Подключение токового выхода

Для питания токового выхода используется:
- стабилизированный источник напряжения с выходным сигналом – 24 В;
- ток нагрузки, мА – не менее 50.

Основные параметры токового выхода:
- токовый выход (от 0 до 5) мА, сопротивление нагрузки, кОм – не более 1;
- токовый выход (от 4 до 20) мА, сопротивление нагрузки, Ом – не более 250.

1.6.3. Проводной интерфейс обмена RS-485

Характеристики интерфейсов обмена RS-485 представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Характеристики интерфейса обмена RS-485

Наименование характеристики	Значение характеристики:	
	исполнение 7	исполнение 8, 10
Протокол обмена	Modbus	
Скорость передачи данных, бит/с [1],	2400, 4800, 9600	2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Длина линии связи, м, не более	1200	
Подключаемые приборы, шт., не более	247	
Диапазон значений адреса в сети, шт.	1 – 247 [2]	
Источник питания постоянного напряжения: выходное напряжение, В - ток нагрузки, мА, не менее	от 11 до 24 100	

[1] – По умолчанию устанавливается скорость обмена – 9600 бит/с.
[2] – По умолчанию устанавливается сетевой адрес по последним двум цифрам заводского номера расходомера.

Инициализация работы интерфейса происходит по запросу от оборудования верхнего уровня.

1.6.4. Оптический интерфейс обмена IrDA

Инфракрасный оптический порт IrDA присутствует во всех расходомерах с индикацией и обеспечивает передачу данных от расходомера на регистрирующее оборудование, посредством оптосчитывающего устройства USB-IrDA. В качестве такого устройства рекомендуется использовать оптоголовку КАРАТ-916.

Характеристики оптического интерфейса IrDA приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Характеристики инфракрасного оптического интерфейс IrDA

Наименование характеристики	Значение
Протокол обмена	Modbus
Скорость передачи данных, бит/с, не более	57600

Инициализация работы интерфейса происходит при продолжительном нажатии (от 2 до 5) секунд на любую кнопку управления меню расходомера (рисунок 1.4, позиция 24). После нажатия оптический интерфейс остается в активном состоянии ~ 9 секунд. Если в течение этого времени связь с прибором не установлена, оптический порт отключается.

1.7. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

После подключения питания прибор автоматически переходит в рабочий режим, включается индикация и на ЖКИ начинают отображаться параметры меню.

Меню расходомера состоит из трех функциональных групп параметров:
- ГРУППА 1 (основное меню) – измеряемые и нарабатываемые параметры.
- ГРУППА 2 (архивные данные) – помесячный интегральный архив.
- ГРУППА 3 (сервисное меню) – сервисные (служебные) параметры.

Для отображения пунктов меню на экране ЖКИ используются символы (цифры, и знаки) с заданным местоположением, совокупность которых образует информационное поле интерфейса пользователя, рисунок 1.11 и таблица 1.10.

Рисунок 1.11 – Информационное поле интерфейса пользователя

Таблица 1.10 – Описание элементов интерфейса пользователя

Символ	Значение символа
→	Наличие циркуляции (расхода) воды в трубопроводе
1	Отображение параметров основного меню
2	Отображение архивных данных
3	Отображение параметров сервисного меню
M	Параметр содержит архивные данные
⚠ (знак ошибка)	Индицируется непрерывно – $Q_{текущий} > Q_{max}$, или $Q_{текущий} < Q_{min}$, или реверсивный, или аппаратная ошибка
	Непрерывно мигает – отсутствует связь между п/п ЭБ и ЖКИ
m³	Обозначение метра кубического, м³
h	Обозначение текущего времени и времени наработки в часах, ч
–	Знак обратного потока (смотрите, рисунок 1.9)
ᛉ	Передача данных через интерфейс (RS-485 или IrDA). Отображается только во время сеанса передачи данных
– – – –	Данные отсутствуют

Кнопки управления меню			
Обозначение и название			Выполняемый функционал
↰	Выход	–	выход из архива, который содержит в параметр
	Переход	–	в следующую группу функциональных параметров
◀	Влево	–	переход в сторону последнего отчётного параметра группы
▶	Вправо	–	переход в сторону первого отчётного параметра группы
↵	Ввод	–	переход в архивы, которые содержит параметр
		–	переход в режим расширенной точности отображения

ПРИМЕЧАНИЕ.

1. При работе с меню расходомера используются только короткие нажатия кнопок управления продолжительностью, не более 1 секунды.
   Нажатие продолжительностью от 2 до 5 секунд любой кнопки управления приводит к активации инфракрасного порта IrDA (раздел 1.6.4 руководства).
2. При включённом питании – данные меню расходомера индицируется на экране ЖКИ постоянно.
3. Настройка расходомеров под конкретные условия применения осуществляется в заводских условиях или в авторизованных сервисных центрах.

1.7.1. Основное меню

При включении расходомера на экране ЖКИ индицируется первый параметр основного меню прибора, в котором отображаются измеряемые и нарабатываемые параметры. Структура основного меню расходомера отображена на рисунке 1.12.

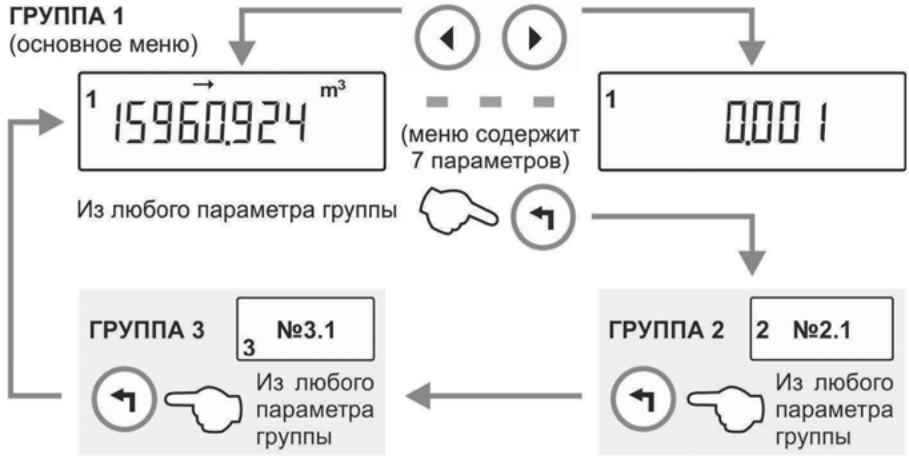
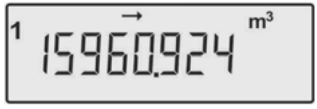


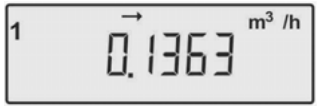
Рисунок 1.12 – Структура основного меню

Пример параметров, отображаемых в основном меню, показан ниже.

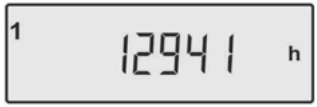


1.1 – Накопленный (интегральный) прямой объём измеряемой жидкости, м^3, прошедшей через ПЧ расходомера.

1.2 – Накопленный (интегральный) обратный объём жидкости, м^3, прошедшей через ПЧ расходомера, индицируется со знаком «-».

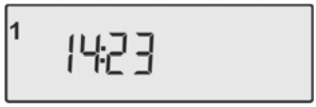


1.3 – Текущий расход жидкости в трубопроводе, м^3/ч. Знак «-» означает, что измерение идёт по обратному потоку.



1.4 – Наработка – накопленное время корректной работы расходомера (без возникновения нештатных и аварийных ситуаций).

1.5 – Текущая дата.



1.6 – Текущее время.

1.7 – Установленный вес импульса, м^3. Например, 0,001 (0,001 м^3/имп = 1 л/имп).

1.7.2. Архивные данные

В меню архивные данные отображается помесячный интегральный архив, который выводиться списком параметров, последовательно на каждую дату. Структура меню архивные данные представлена на рисунке 1.13.

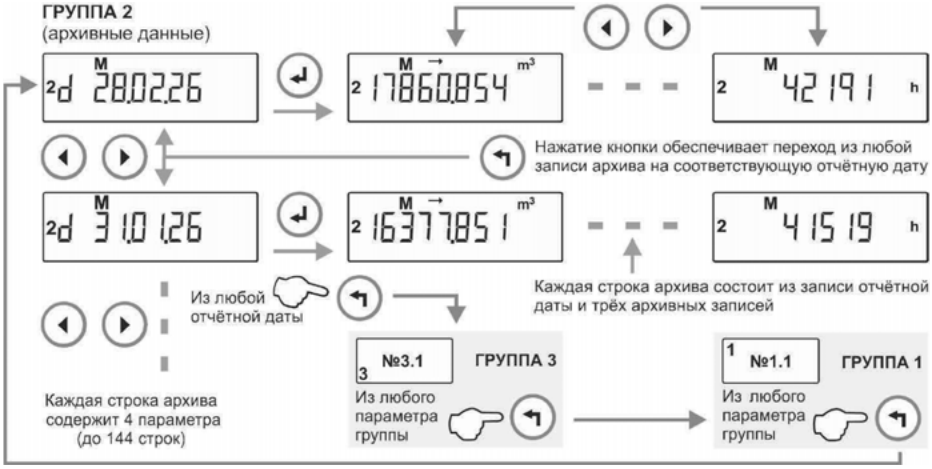
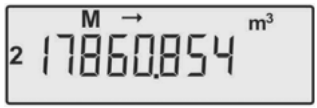


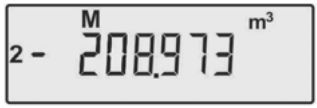
Рисунок 1.13 – Структура помесячного интегрального архива

Пример отображения архивных параметров представлен ниже.

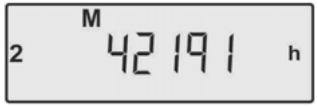
2.1 – Отчётная дата архивной записи (кнопками Вправо, Влево выберете необходимую отчётную дату, затем нажмите кнопку Ввод).



2.2 – Накопленный прямой объём жидкости, м^3, прошедшей через ПЧ расходомера, на дату архивной записи.



2.3 – Накопленный обратный объём воды, м^3, прошедшей через ПЧ расходомера, на дату архивной записи.



2.4 – Общее время корректной работы расходомера на дату архивной записи.

Переход от ГРУППЫ 2 в ГРУППУ 3 и далее в ГРУППУ 1 осуществляется нажатиями клавиши управления – Выход/Переход. Для выхода из архивных параметров за данную отчётную дату нажмите клавишу Выход/Переход. В этом случае вы снова вернетесь в окно индикации отчётной даты архивной записи. При нажатии кнопки “Выход/Переход еще раз вы переместитесь в сервисное меню расходомера (ГРУППА 3), смотрите, рисунок 1.13.

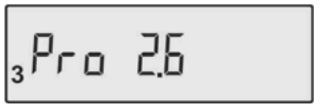
1.7.3. Сервисное меню

Параметры сервисного меню отображают настройки и текущее состояние расходомера. Структура сервисного меню аналогична структуре основного меню прибора и показана на рисунке 1.14.

Рисунок 1.14 – Структура сервисного меню

Пример отображения сервисных параметров отображен ниже.

3.1 – Заводской номер расходомера.



3.2 – Идентификационный номер встроенного ПО:
- Pro 2.6 – измерение прямого потока;
- Pro 3.6 – измерение прямого/обратного потока.

3.3 – Контрольная сумма встроенного ПО:
- b471 – измерение прямого потока;
- dC68 – измерение прямого/обратного потока.

3.4 – Адрес расходомера в сети проводного интерфейса RS-485 – 001 (устанавливается по умолчанию).

3.5 – Скорость передачи данных по проводному интерфейсу обмена RS-485 – 9600 бит/с (устанавливается по умолчанию).

3.6 – Служебный параметр (параметр ошибки). Коды ошибок приводятся в таблице 1.11.

3.7 – Служебный параметр.

3.8 – Служебный параметр.

3.9 – Тест сегментов ЖКИ (проверка работоспособности индикатора).

1.7.4. Коды ошибок

При индикации на ЖКИ расходомера знака ошибки (⚠) необходимо перейти в третью группу параметров, вывести на экран параметр №3.6 и просмотреть код ошибки. Расшифровка кодов ошибок приведена в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Расшифровка кодов ошибок

Код ошибки [1)]	Состояние расходомера	Действия
032	Расход меньше порогового значения	Обратитесь к поставщику коммунальных услуг
064	Расход больше максимального значения	
128	Отсутствие жидкости в проточной части расходомера (для приборов, поддерживающих данную функцию)	
008	Аппаратный сбой	Обратитесь в сервисную службу
[1)] – Если ошибок более одной, то на ЖКИ прибора индицируется код, который будет являться суммой нескольких отдельных кодов ошибок.		

1.7.5. Режим расширенной точности отображения

Режим расширенной точности отображения позволяет считывать (во время эксплуатации) с экрана ЖКИ значения накопленного объёма, с точностью четыре цифры после запятой, что полностью соответствует заявленным метрологическим характеристикам расходомера. Старшие значащие разряды при этом на экране ЖКИ могут отображаться частично, смотрите, рисунок 1.15.

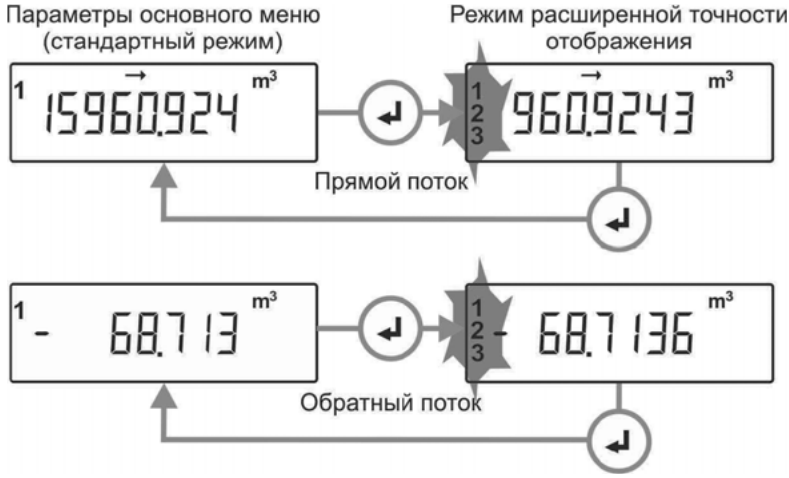


Рисунок 1.15 – Режим расширенной точности отображения

Переход в режим расширенной точности отображения осуществляется путём нажатия кнопки Ввод. При этом на экране ЖКИ одновременно индицируются и начинают постоянно мигать цифры отображения групп параметров (рисунок 1.9 и таблица 1.10), что является признаком работы прибора в режиме расширенной точности отображения.

Выход из режима расширенной точности отображения осуществляется повторным коротким нажатием кнопки Ввод, при этом цифры, обозначающие группы параметров, перестают отображаться и мигать на экране ЖКИ (кроме цифры 1, которая на экране ЖКИ начинает отображаться постоянно).

1.8. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

1.8.1. Маркировка

Маркировочная табличка (шильдик) крепится на боковую поверхность корпуса электронного блока расходомера. Внешний вид шильдика смотрите на рисунке 1.16.

На корпус первичного преобразователя нанесено обозначение в виде «стрелки», которое показывает установку расходомера, по направлению прямого потока измеряемой жидкости (рисунок 1.3, позиция 10).

Транспортная тара для расходомеров маркируется надписями в соответствии с ГОСТ 14192-96.

1 – товарный знак предприятия-изготовителя; 2 – знак утверждения типа средств измерений; 3 – полное условное обозначение расходомера; 4 – минимальный и максимальный расходы, м³/ч; 5 – максимальное рабочее давление, МПа; 6 – максимальная рабочая температура, °С; 7 – год изготовления прибора; 8 – штриховой код (штрихкод); 9 – степень защиты оболочки, IP65; 10 – заводской номер расходомера; 11 – номинальная мощность, Вт; 12 – номинальное значение напряжения питания, В; 13 – вид питания (символ постоянного тока); 14 – стрелка направления движения прямого потока; 15 – страна изготовитель расходомера

Рисунок 1.16 – Пример маркировки шильдика расходомера

1.8.2. Пломбирование

Пломбирование производится с целью предотвращения вмешательства в работу настроенных, поверенных и запущенных в эксплуатацию приборов. Конструкция расходомера предусматривает два уровня пломбирования.

Уровень 1 – от несанкционированного доступа защищаются технологические разъёмы электронного блока расходомера:

- пломбой ОТК предприятия-изготовителя при выпуске прибора из производства позиция 11, рисунок 1.4;
- пломбой с нанесенным знаком поверки после проведения поверки (первичной или периодической) позиция 12, рисунок 1.4.

Уровень 2 – от вскрытия после монтажа расходомер защищается пломбой (пломбами) заинтересованной стороны. Для пломбирования посредством установки навесных пломб предусмотрены специальные пломбировочные отверстия, расположенные в корпусе и крышке ЭБ (позиция 3, рисунки 1.3 и 1.4).

1.9. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Расходомеры типоразмеров Ду – 20, 25, 32, 40, 50, 65 упаковываются в картонные коробки. ЭД помещается в коробку вместе с расходомером. Для предотвращения смещений и поломок расходомер внутри коробки закрепляется при помощи вкладышей. На упаковочную тару наносится этикетка, содержащая информацию:

- полное обозначение расходомера;

- заводской номер расходомера;
- месяц и год выпуска.

Расходомеры типоразмеров Ду – 80, 100, 150 поставляются без упаковки. ЭД помещается: в пакет из полиэтиленовой плёнки, который помещается в проточную часть прибора, где крепится на клейкую ленту.

В комплектность поставки расходомера входит:
- расходомер-счётчик КАРАТ-551М – СМАФ.407212.001 – 1шт;
- руководство по эксплуатации – СМАФ.407212.001 РЭ – 1шт;
- паспорт – СМАФ.407212.001 ПС – 1шт;
- методика поверки – МП 93-221-2018 [1)].

[1)] – доступна в электронном виде на ФИФ ОЕИ.

Инструкция по монтажу расходомеров СМАФ.407212.001 ИМ находится в свободном доступе на сайте предприятия-изготовителя:

www.karat-npo.com – Главная – Каталог – Расходомеры –
– КАРАТ-551М – Документы.

Необходимое пользовательское ПО, а также минимальные требования к ПК, для обеспечения работы пользовательских программ, находится в свободном доступе на сайте предприятия-изготовителя:

www.karat-npo.com – раздел Техподдержка, подраздел ПО.

По дополнительному заказу могут поставляться:
- комплекты монтажных частей КМЧ 1 и КМЧ 2;
- монтажная вставка МВ.

1.10. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

В процессе транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации расходомеров необходимо следовать указаниям соответствующих разделов руководства по эксплуатации и инструкции по монтажу. При соблюдении требований, указанных в документах, изготовитель гарантирует нормальную работу прибора в течение 4-х лет со дня его продажи предприятием-изготовителем. Подробно 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:

- **приборы должны эксплуатироваться при полном заполнении измерительного участка ПП жидкостью**. При сливе жидкости из измерительного участка ПП необходимо отключать приборы от внешних источников питания, для исключения ошибочных отсчётов объёма жидкости;
- нельзя располагать приборы вблизи мощных источников электромагнитных 307полей (силовых трансформаторов, электродвигателей, частотных преобразователей, неэкранированных силовых кабелей и т.п.);
- в помещениях, где эксплуатируются расходомеры, не должно быть среды, вызывающей коррозию материалов, из которых они изготовлены;
- запрещается поднимать/устанавливать приборы за/на ЭБ, рисунок 2.1;

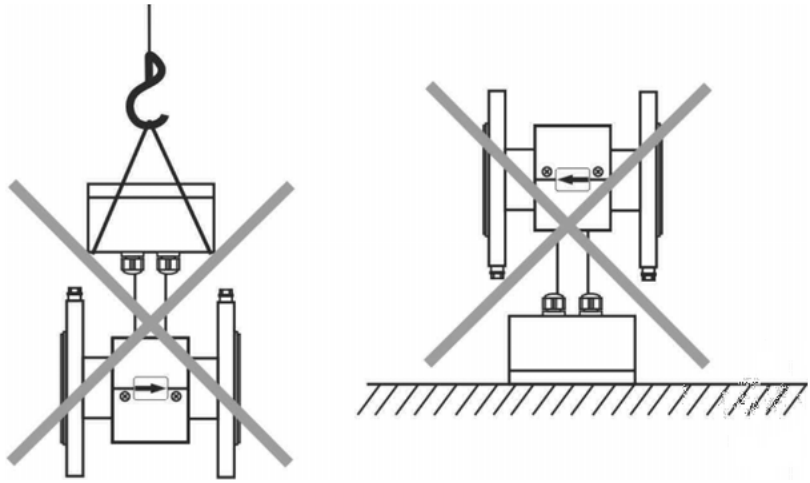


Рисунок 2.1 – Недопустимые действия при работе с расходомерами

- запрещается подключать несколько приборов к одному источнику питания;
- запрещается применять расходомеры в качестве МВ при выполнении сварочных и монтажных работ на трубопроводах системы.

2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРА

Условием надежной, долговечной работы расходомера и получения достоверных результатов измерений является выбор оптимального типоразмера. Основными критериями для этого служат:

- соответствие технических характеристик прибора расчётным параметрам (диапазону расходов и перепаду давления в трубопроводах) системы, в которую монтируется расходомер;
- расчётный рабочий расход жидкости в трубопроводе должен находиться в диапазоне от $0{,}25 \cdot Q_{nom}$ до Q_{nom} для выбираемого типоразмера (смотрите таблицу 1.3 руководства)
- для целей коммерческого учета рекомендуется подбирать расходомер, у ко-

торого переходное значение расхода Q_{t1} (таблица 1.3) будет меньше минимального расчётного значения расхода измеряемой жидкости.

2.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

К работе с расходомерами допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и ИМ.

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 сварочно-монтажных и ремонтных работ с расходомерами являются:
- протекание сварочного тока через ПЧ расходомера;
- наличие избыточного давления рабочей жидкости в трубопроводах, где установлены (устанавливаются) расходомеры;
- наличие повышенной температуры рабочей жидкости в трубопроводах.

Все работы необходимо проводить:
- при отключенном внешнем источнике питания расходомера;
- при отключенных линиях связи расходомера с регистрирующим устройством (например, вычислителем);
- при полном отсутствии избыточного давления жидкости в трубопроводе;
- при сварочных работах на трубопроводе необходимо использовать вместо расходомера монтажную вставку.

Запрещается установка и эксплуатация расходомеров на объектах, где эксплуатационные значения температуры и (или) давления жидкости в трубопроводах могут превышать допустимые значения данных параметров, установленных для расходомера.

Данные для определения минимально необходимой длины прямых участков до и после расходомера приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А.

2.4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Смонтированный и подключённый к питанию расходомер работает непрерывно в автоматическом режиме. Информация об измеряемых параметрах постоянно передаётся на внешнее регистрирующее устройство.

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

При проведении ремонтных, регламентных или иных работ, в ходе которых рабочая жидкость сливается из трубопровода, рекомендуется отключать расходомер от источника питания и регистрирующих устройств. Обратное подключение прибора к питанию и внешним устройствам рекомендуется проводить после того, как трубопровод будет полностью заполнен рабочей жидкостью.

2.5. ДЕМОНТАЖ

Демонтаж расходомера необходимо проводить в следующем порядке:
- отключить расходомер от источника внешнего питания;
- отключить линии связи прибора с внешним регистрирующим устройством;
- снять избыточное давление в трубопроводе и слить рабочую жидкость из участка трубопровода, на котором смонтирован расходомер;
- демонтировать расходомер, следуя указаниям разделов 3.4, 3.5 и 3.6 инструкции по монтажу расходомеров СМАФ.407212.001 ИМ.

- установить монтажную вставку в трубопровод на место демонтированного прибора, руководствуясь указаниям разделов 3.4, 3.5 инструкции по монтажу расходомеров СМАФ.407212.001 ИМ.

Перед отправкой расходомера на поверку или ремонт, произвести очистку проточной части расходомера (смотрите раздел 3) от отложений, возникших в процессе эксплуатации прибора.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание расходомеров проводится в целях контроля и сохранения метрологических и нормируемых технических характеристик приборов и включает в себя следующие виды работ:

- внешний периодический осмотр во время эксплуатации;
- контроль выходного сигнала (по необходимости);
- очистку ПЧ от загрязнений (по необходимости);
- периодическую поверку;
- консервацию (при снятии с эксплуатации на хранение).

При внешнем периодическом осмотре проверяется:

- отсутствие механических повреждений в виде сколов и вмятин, а также следов коррозии материалов, из которых изготовлены составные части приборов;
- маркировочные обозначения должны быть четкими, легко читаемыми;
- наличие и целостность пломб и клейм, предусмотренных ЭД;
- состояние электрических соединений;
- состояние линий связи с внешними устройствами;
- соответствие условий эксплуатации заявленным эксплуатационным характеристикам расходомера.

Периодичность внешнего осмотра зависит от условий эксплуатации и определяется предприятием, ведущим техническое обслуживание узла учета.

Контроль выходного сигнала **(**совмещается со сдачей прибора в ремонт или в поверку) может проводиться при помощи осциллографа с выходным сопротивлением не менее 1 МОм. Так как выходы расходомера выполнены по схеме «открытый коллектор», то для наблюдения импульсного сигнала на экране осциллографа необходимо собрать схему, приведённую на рисунке 3.1.

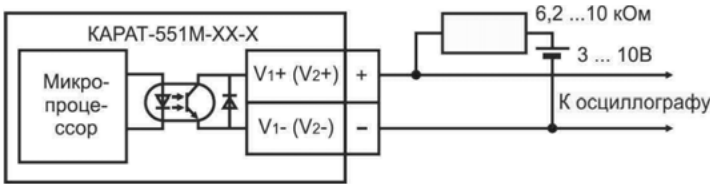


***Рисунок 3.1** – Контроль импульсного выходного сигнала*

При этом период следования импульсов на выходе (при наличии расхода жидкости в трубопроводе) определяется по формуле:

$$T = 3600 \cdot V_s : Q$$

где: T – *период следования импульсов,* с*;*

V_s – *вес импульса, установленный на расходомере,* м^3/имп*;*

Q – *текущий расход жидкости,* м^3/ч.

При очистке проточной части от загрязнений:

- не допускается нанесение механических повреждений на внутреннюю поверхность измерительного участка расходомера и его электродов;
- запрещается использовать для очистки электродов растворители и поверхностно-активные вещества;
- разрешается производить промывку внутренней поверхности измерительного участка и электродов только чистой водой.

Периодическая поверка производится в соответствии с разделом 4 РЭ.

Консервация расходомера осуществляется при снятии прибора с объекта для продолжительного хранения. При консервации необходимо:

- устранить следы воздействия рабочей жидкости на ПЧ, после чего установить на ПЧ заглушки;
- хранение расходомеров производить в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 6 руководства;
- при вводе расходомера в эксплуатацию после продолжительного хранения поверка прибора не требуется, если не истёк срок предыдущей поверки.

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

4. ПОВЕРКА

Для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений расходомеры подлежат первичной и периодической поверке.

Сведения о первичной поверке находятся в разделе 6, сведения о периодических поверках находятся в разделе 12 паспорта.

Интервал между поверками, методика поверки устанавливаются в соответствии с порядком, предусмотренным частью 7 статьи 12 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

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

5. РЕМОНТ

При выходе расходомера из строя, его ремонт производится в авторизованных сервисных центрах или на предприятии-изготовителе.

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

- рекламационный акт с указанием неисправности и её проявлениях (образец акта смотрите в «Приложении Б» паспорта прибора) – обязательная позиция;
- паспорт расходомера СМАФ.407212.001 ПС.

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

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

- транспортирование по железной дороге должно производиться в крытых чистых вагонах;
- при перевозке открытым автотранспортом ящики с расходомерами должны быть покрыты брезентом;

- при перевозке воздушным транспортом ящики с расходомерами должны размещаться в герметичных отапливаемых отсеках;
- при перевозке водным транспортом ящики с расходомерами должны размещаться в трюме.

Предельные условия транспортирования:
- температура окружающего воздуха, °С …….....от минус 40 до + 50;
- относительная влажность воздуха, %, при температуре +35 °С …….....до 95;
- атмосферное давление, кПа, не менее ...……..... 61,33;
- амплитуда вибрации при частоте до 55 Гц, мм, не более ……..... 0,35.

Расстановка и крепление ящиков с изделиями на транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение при складировании и в пути, отсутствие смещений и ударов друг о друга. Во время транспортирования и погрузочно-разгрузочных работ транспортная тара не должна подвергаться резким ударам и прямому воздействию атмосферных осадков и пыли.

Хранение расходомеров должно осуществляться в складских помещениях при отсутствии в них пыли, паров кислот, щелочей и агрессивных газов. Условия хранения для законсервированных и упакованных изделий должны соответствовать условиям хранения 1 по ГОСТ 15150-69. Эксплуатационная и товаросопроводительная документация храниться вместе с расходомерами.

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.

При выработке ресурса расходомера эксплуатирующая организация осуществляет мероприятия по подготовке и отправке прибора на утилизацию. Утилизация расходомера осуществляется отдельно по группам материалов, таблица 7.1.

Таблица 7.1 – Утилизируемые материалы

Утилизируемый элемент	Материал утилизируемого элемента	Способ утилизации
Электронный блок	Текстолит, медь, электронные компоненты	Переработка печатных плат
Коммуникационные кабели	Медь, силикон, фторопласт	Переработка кабелей
Первичный преобразователь	Нержавеющая сталь, медь, сталь, фторопласт	Переплавка, переработка пластика
Корпус электронного блока	ABC, PC	Переработка пластика
Упаковка	Картон	Переработка макулатуры

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Требование к длине прямых участков

Прямые участки – прямолинейные отрезки трубопровода, которые не содержат гидравлических сопротивлений, непосредственно примыкают к расходомеру и служат для устранения гидродинамических искажений потока измеряемой жидкости. Минимально необходимые длины прямых участков рекомендуется выбирать, руководствуясь правилами, приведёнными в таблице А.1.

Таблица А.1 – Требования к длине прямых участков

Оборудование, устанавливаемое перед расходомером	Длина прямого участка на входе [1)]	Оборудование, устанавливаемое после расходомера	Длина прямого участка на выходе [1)]
- Конфузор - Кран шаровый (открыт полностью) - Диффузор	≥ 2 Ду	- Конфузор - Кран шаровый (открыт полностью) - Диффузор - Тройник - Отвод, колено 90° - Колено 90° + 90° - Фильтр, грязевик - Затвор поворотный дисковый - Задвижка клиновая - Регулирующий клапан	≥ 2 Ду
- Тройник - Отвод, колено 90° - Колено 90°+ 90° - Фильтр, грязевик	≥ 5 Ду		
- Затвор поворотный дисковый - Задвижка клиновая - Насос	≥ 10 Ду		
[1)] – длина прямого участка является зоной действия данного гидравлического сопротивления			

Если непосредственно перед расходомером (после расходомера) установлено несколько типов оборудования с различными гидравлическими сопротивлениями, то длину прямого участка следует выбирать так, чтобы требования таблицы А.1 выполнялись для всех типов установленного оборудования, рисунок А-1.

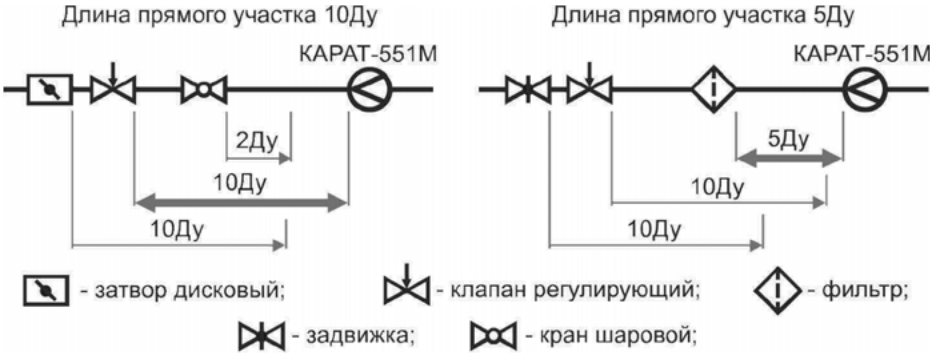


Рисунок А.1 – Пример определения длин прямых участков

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Рекомендации по установке в трубопровод

Расходомеры рекомендуется монтировать на горизонтальных, вертикальных, наклонно-восходящих и нисходящих трубопроводах, рисунок Б.1, при соблюдении условий и ограничений, указанных в инструкции по монтажу СМАФ.407212.001 ИМ.

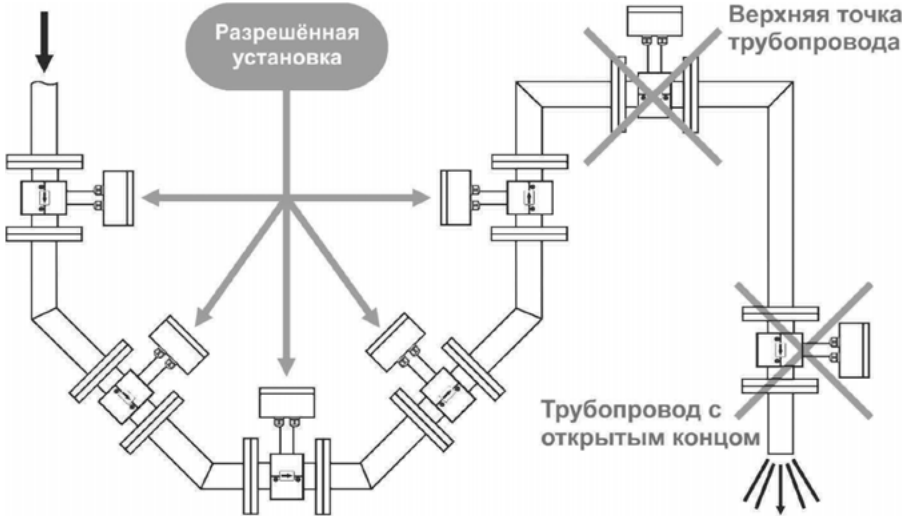


Рисунок Б.1 – Установка расходомера в трубопровод

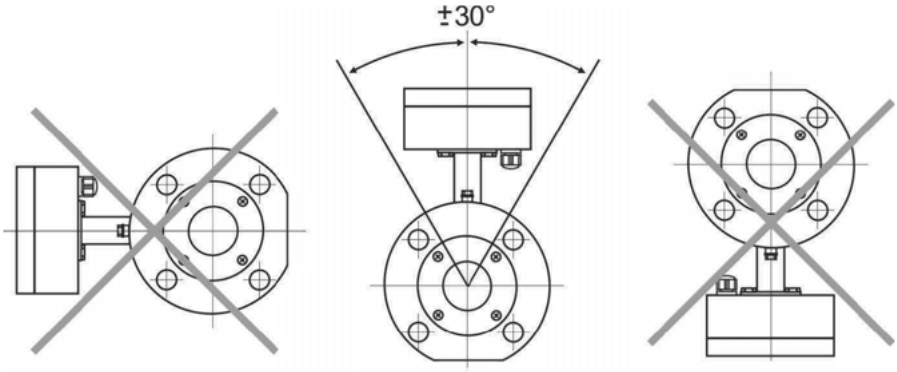


Рисунок Б.2 – Допускаемая ориентация расходомера при установке в горизонтальные и наклонные трубопроводы

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Установка перемычек в разъём конфигурирования

Эксплуатационная конфигурация расходомера настраивается путём установки перемычек (джамперов) в разъём конфигурирования, смотрите рисунок 1.4, позиция 16. Разъём конфигурирования с маркировкой контактов показан на рисунке В.1, а конфигурация джамперов для разъёма представлена в таблице В.1.

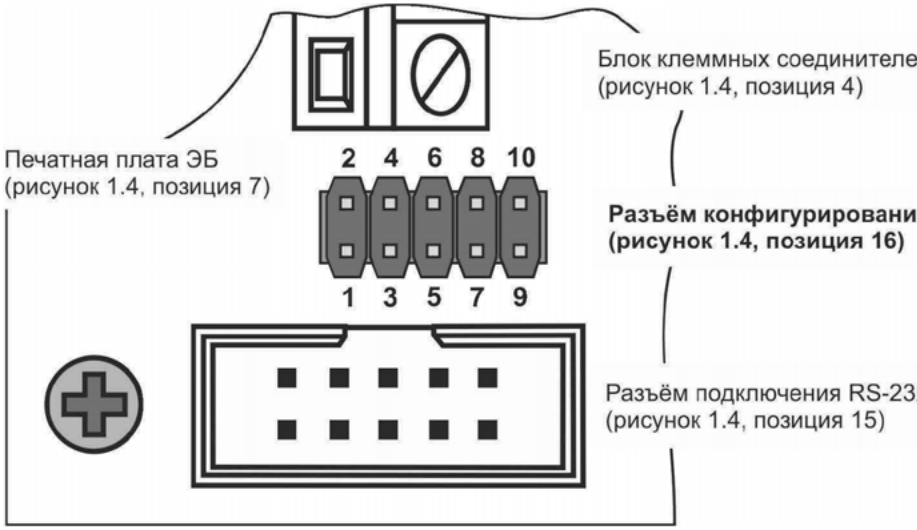


Рисунок В.1 – Маркировка контактов разъёма конфигурирования

Таблица В.1 – Установка перемычек на разъём конфигурирования

Контакт	Цепь	Перемычка	Функциональное назначение
1	Фильтр	1 - 2	Включение фильтра для измерений
2			
3	Активация поверочного выхода	3 - 4	Задание минимальной цены импульса при поверке ч/и выхода для ускорения поверки на минимальных расходах
4			
5	Активация максимального расхода	5 - 6	Проверка работоспособности импульсного выхода при отсутствии расхода
6			
7	Скорость обмена	Нет	9600, бит/с
8		7 - 8	4800, бит/с
9		9 - 10	2400, бит/с
10			

Научно-производственное предприятие
«Карат»

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