



научно-производственное предприятие
УРАЛТЕХНОЛОГИЯ



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ **СМАФ.407212.001 РЭ**

**Расходомеры-счетчики
электромагнитные**

КАРАТ- 551М



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



ТехноПрогресс

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

Научно-Производственное Объединение КАРАТ
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:

630009, РОССИЯ, г. Новосибирск, ул. Гурьевская, д.37, корп. А
тел.: (383) 349-99-97, 269-34-35, 206-34-35; 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, 257-16-05; e-mail: perm@karat-npo.ru

КРАСНОДАРСКИЙ ФИЛИАЛ:

350011, РОССИЯ, г. Краснодар, ул. Старокубанская 2/8
тел.: (861) 201-61-01; e-mail: krasnodar@karat-npo.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ 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
1.3.7. Характеристики надёжности	10
1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА	10
1.4.1. Конструкция расходомера	10
1.4.2. Методика измерений	13
1.4.3. Архивирование данных	13
1.5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	14
1.6. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	14
1.6.1. Характеристики импульсных выходов	15
1.6.2. Визуальное отображение данных	16
1.6.3. Интерфейсы обмена	17
1.7. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ	18
1.7.1. Маркировка	18
1.7.2. Пломбирование	18
1.8. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ	19
1.9. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	19
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	20
2.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ	20
2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРА	20
2.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	21
2.4. ПОРЯДОК РАБОТЫ	21
2.5. ДЕМОНТАЖ	21
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	23
4. ПОВЕРКА	25
5. РЕМОНТ	26
6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	27
7. УТИЛИЗАЦИЯ	28
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Требование к длине прямых участков	29
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Рекомендации по установке в трубопровод	30
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Установка расходомера в трубопровод	31

ВВЕДЕНИЕ

Расходомеры-счетчики электромагнитные КАРАТ-551М производятся Обществом с ограниченной ответственностью НПП «Уралтехнология», входящим в группу компаний НПО КАРАТ.

Расходомеры зарегистрированы:

- в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ);
- 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 ИСПОЛЪЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

- п/п** – плата печатного монтажа;
- Ду** – типоразмер расходомера, также диаметр условного прохода трубопровода или проточной части расходомера;
- КС** – контрольная сумма;
- МВ** – монтажная вставка;
- МП** – методика поверки;
- НС** – нештатная ситуация;
- ПК** – персональный компьютер;
- ПО** – программное обеспечение;
- ПТ** – подающий трубопровод;
- ПЧ** – проточная часть расходомера;
- Ру** – условное давление;
- СИ** – средство измерений;
- УЭ** – узел электроники;
- ЭД** – эксплуатационная документация;
- АЦП** – аналого-цифровой преобразователь;
- ЖКИ** – жидкокристаллический индикатор;
- ЖКХ** – жилищно-коммунальное хозяйство;
- КМЧ** – комплект монтажных частей;
- ОТК** – отдел технического контроля;
- ЭДС** – электродвижущая сила;
- $Q_{\text{изм}}$** – расход, измеренный расходомером;
- Q_{max}** – максимальный предел измерения расхода;
- Q_{min}** – минимальный предел измерения расхода;
- $Q_{\text{ном}}$** – номинальное значение расхода;
- $Q_{\text{изм}}$** – измеренное значение расхода;
- $Q_{\text{пор}}$** – пороговое значение расхода (порог чувствительности прибора);
- Q_{t1}, Q_{t2}** – переходное значение расхода (изменяется значение допускаемой погрешности расходомера);
- АССПД** – автоматизированная система сбора-передачи данных.

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Расходомеры-счетчики электромагнитные КАРАТ-551М (далее по тексту расходомеры или приборы) предназначены для измерений объема и объемного 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 в составе измерительных комплексов или теплосчётчиков, а также в информационно-измерительных системах, системах контроля и регулирования технологических процессов.

1.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ

Расходомеры представляют собой микропроцессорные измерительно-вычислительные устройства, выполняющие измерения объема и объемного расхода прошедшей через проточную часть расходомера жидкости, и соответствующие требованиям: ГОСТ 28723-90, серии ГОСТ Р ЕН 1434-2011.

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

- габаритными и установочными размерами;
- типами выходных сигналов;
- возможностью измерений прямого или прямого/обратного потоков;
- цифровыми интерфейсами;
- наличием или отсутствием индикации.

Тип присоединения в трубопровод – фланцевое присоединение для всех типоразмеров расходомеров.

В технической документации расходомеры обозначаются:

Обозначение расходомера: **КАРАТ-551М – XX – X**

Номер позиции в обозначении: **1 2 3**

Где: **1** – Наименование расходомера – **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**.

Таблица 1.1 – Расходомеры – коммуникационные исполнения

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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Цифровой интерфейс RS-485								+	+		+	
Наличие индикации									+	+		+
Измерение обратного потока					+	+	+				+	+

Внешний вид расходомера показан на рисунке 1.1.

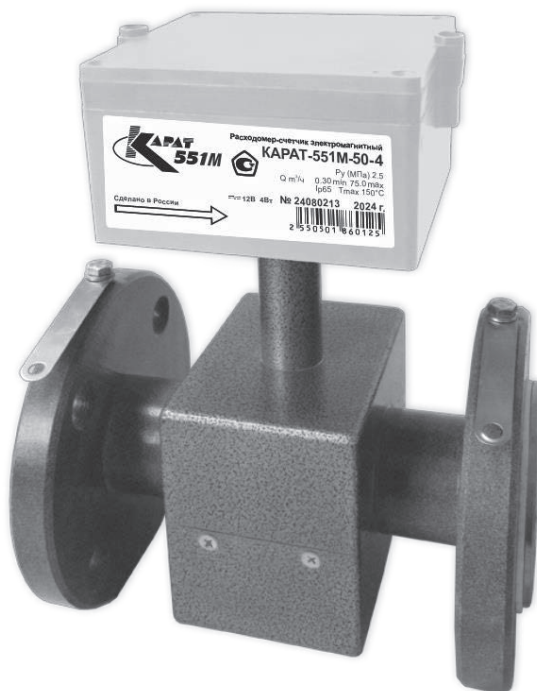


Рисунок 1.1 – Внешний вид расходомера без индикации

1.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.3.1. Технические и метрологические характеристики

Расходомеры обладают установленными техническими и метрологическими характеристиками, которые представлены ниже.

Таблица 1.2 – Габаритные размеры и масса

Типоразмер расходомера	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 объема 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}^*	от Q_{t2} до Q_{t1}^*	от Q_{t1} до $Q_{\max}$
▪ объема по импульсному выходу; ▪ расхода по частотному выходу; ▪ расхода и объема по индикации и цифровому выходу **	$\pm 3,0$	$\pm 2,0$	$\pm 1,0$
▪ расхода по токовому выходу	от $Q_{\min}$ до $0,3 \cdot Q_{\max}^*$		от $0,3 \cdot Q_{\max}$ до $Q_{\max}$
	$\pm 0,025 \cdot (Q_{\max} / Q_{\text{изм}})$		± 1

**) – значения величин не входят в указанный интервал измерений*
***) – по выходу RS-232, RS-485*

1.3.2. Характеристики электропитания

Электропитание расходомера осуществляется от внешнего источника постоянного тока стабилизированного напряжения 12 В, потребляемая электрическая мощность не более 4 Вт.

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.

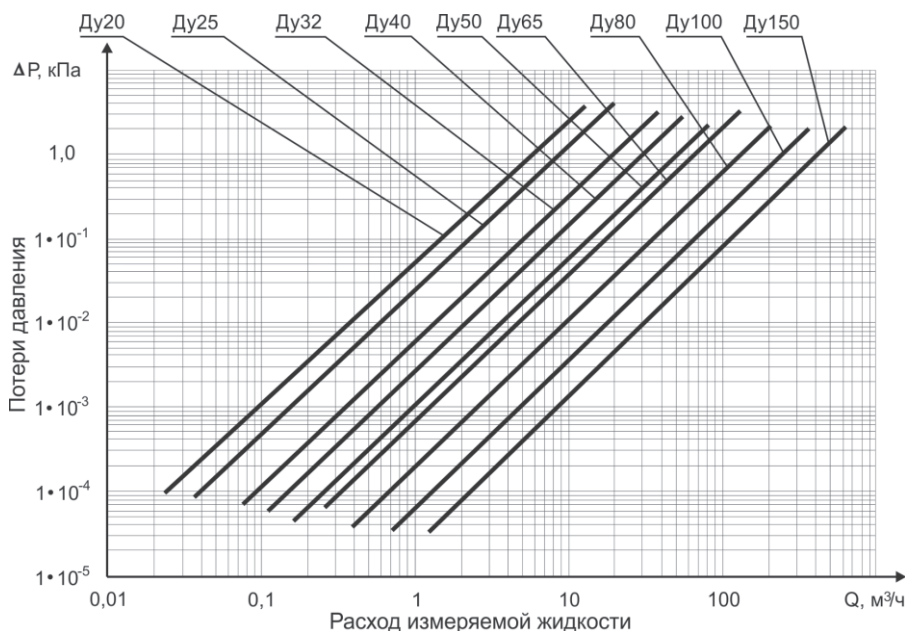


Рисунок 1.2 – Номограмма потерь давления

1.3.4. Требования к электромагнитной совместимости

Расходомеры сохраняют свои метрологические характеристики в диапазоне отклонения питающего напряжения от $U_{\min} = 0,85U_{\text{ном}}$ до $U_{\max} = 1,1U_{\text{ном}}$ в соответствии с ГОСТ Р 52931-2008.

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 84-106,7;

- 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 электронных компонентов от воздействия пыли и воды по ГОСТ 14254-2015 – IP65.

1.3.7. Характеристики надёжности

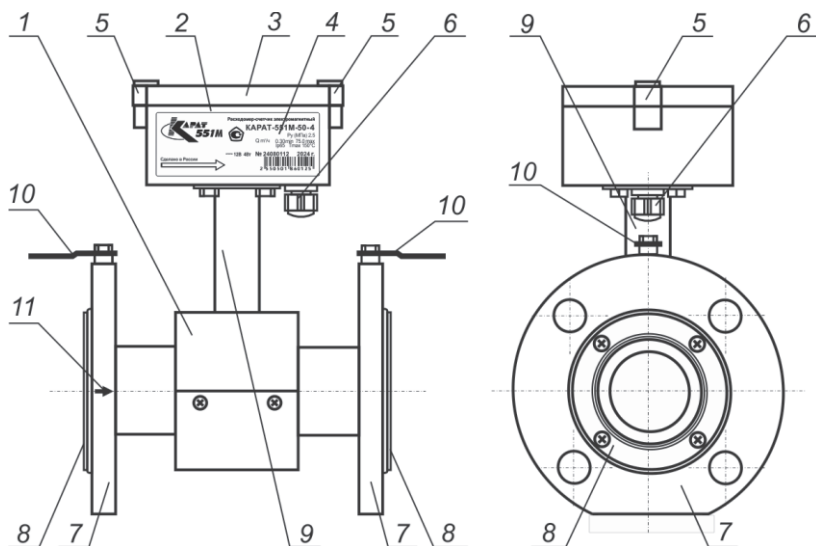
Средняя наработка расходомера на отказ составляет 80000 ч. Критерием отказа является отсутствие сигналов на выходах прибора.

Средний срок службы расходомера составляет 12 лет.

1.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

1.4.1. Конструкция расходомера

Конструктивно расходомер (смотрите, рисунок 1.3) состоит из проточной части и электронного модуля, которые соединены между собой стойкой-соединителем (позиция 9, рисунок 1.3).



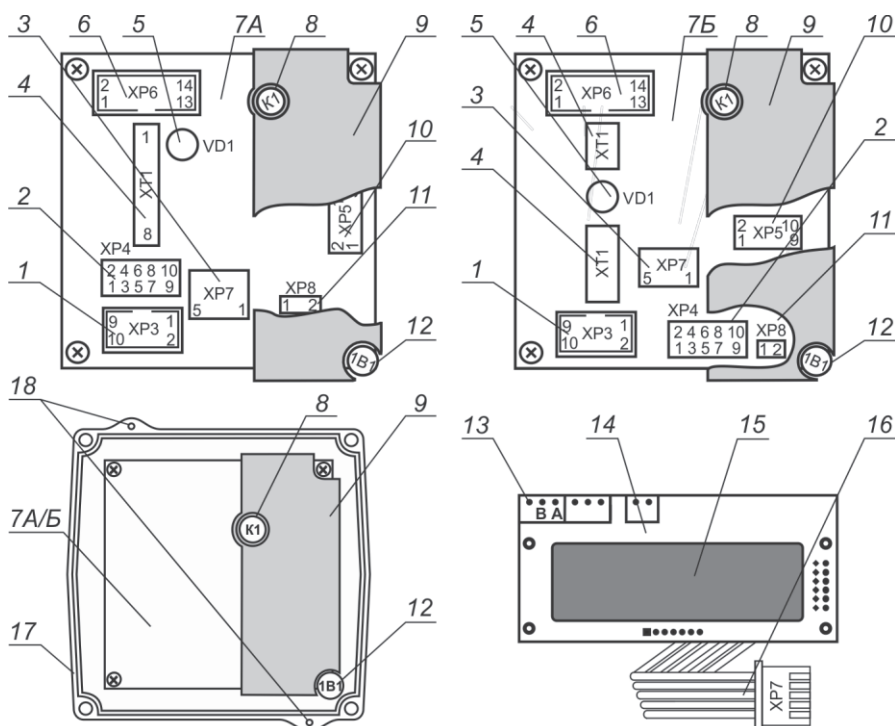
1 – проточная часть; 2 – электронный модуль; 3 – крышка корпуса преобразователя; 4 – шильдик (маркировочная табличка); 5 – приливы для пломбирования; 6 – кабельный ввод; 7 – фланцы присоединительные; 8 – кольца защитные; 9 – стойка-соединитель; 10 – выравнивающие токопроводы (смотрите, СМАФ.407212.001 ИМ, раздел 3.6.1); 11 – стрелка, показывающая правильную установку расходомера, по направлению потока жидкости

Рисунок 1.3 – Общий вид расходомера

Проточная часть (позиция 1, рисунок 1.3) включает в себя измерительный участок, выполненный в виде трубы из немагнитной стали. Снаружи трубы

располагаются, помещённые в защитный кожух, электромагнитные катушки, создающие магнитное поле в заполненном жидкостью измерительном участке. Внутренняя поверхность измерительного участка футерована фторопластом, и на ней находятся два измерительных электрода. Электроды расположены в одном поперечном сечении трубопровода, заподлицо с внутренней поверхностью футеровки. От повреждений (при монтаже в трубопровод) торцы футеровки закрываются металлическими защитными кольцами (позиция 8, рисунок 1.3), которые крепятся на присоединительные фланцы проточной части.

Электронный модуль состоит из корпуса и узла электроники (УЭ), смотрите рисунок 1.4. Корпус электронного модуля (позиция 17) изготовлен из ударопрочного пластика, на боковой поверхности корпуса крепится шильдик (рисунок 1.3, позиция 4 и рисунок 1.9.). Узел электроники состоит из одной или двух п/п (смотрите таблицу 1.1) – основная п/п (позиция 7А или 7Б) узла электроники и п/п ЖКИ и RS-485 (позиция 14). Основная п/п УЭ частично закрыта защитной крышкой (позиция 9), на которой находятся места для нанесения оттисков клейм ОТК, и знака поверки (позиции 8 и 12). Основная п/п УЭ и п/п ЖКИ (при её наличии) соединяются между собой шлейфом подключений (позиция 16).



1 – разъём подключения интерфейса RS-232; 2 – разъём конфигурирования; 3 – разъём подключения платы ЖКИ (исполнения 8, 9, 11) или RS-485 (исполнения 7, 10); 4 – блок клеммных соединителей (подключение внешних цепей); 5 – светодиод индикации; 6 – сервисный разъём; 7А и 7Б – основная п/п

узла электроники; 8 – защитная пломба ОТК; 9 – защитная крышка основной п/п УЭ; 10 – технологический разъем; 11 – разъем разрешения записи параметров; 12 – защитная пломба с нанесённым знаком поверки; 13 – клеммные соединители подключения RS-485 (исполнение 8); 14 – печатная плата ЖКИ (исполнения 8, 9, 11); 15 – жидкокристаллический индикатор (ЖКИ); 16 – шлейф подключений платы ЖКИ к основной печатной плате; 17 – защитный корпус электронного модуля; 18 – место пломбирования энергоснабжающей организации

Рисунок 1.4 – Устройство электронного модуля

На основной плате печатного монтажа узла электроники размещаются:

- технологические разъемы (позиции 4, 7, 9, 11, 12, 13, рисунок 1.4);
- блок клеммных соединителей (позиция 10, рисунок 1.4) – предназначен для подключения к внешнему устройству и к блоку питания, рисунок 1.5:



Рисунок 1.5 – Схема подключения внешних цепей

- светодиод индикации (позиция 5, рисунок 1.4) – контролирует работу расходомера, смотрите таблицу 1.5.

Таблица 1.5 – Сигналы светодиода индикации и список номеров НС, отображающихся на экране индикации расходомера

№ НС	Наименование ситуации	Состояние светодиода
–	Измерение прямого потока	Постоянное свечение
1	Аппаратная неисправность	Одиночные мигания
2	Измерение обратного потока	Двойные мигания
3	Расход меньше порогового значения	Тройные мигания
4	Расход больше максимального значения	Непрерывные мигания

На печатной плате жидкокристаллического индикатора размещаются:

- жидкокристаллический индикатор;
- шлейф подключений п/п ЖКИ к основной п/п;
- клеммные соединители для подключения интерфейса RS-485.

Подключение внешних устройств к расходомеру производится с помощью коммуникационного кабеля (не входит в комплектность поставки расходомера). Подключение кабеля внешних устройств к п/п узла электроники

осуществляется через герметизированный кабельный ввод (позиция 6, рисунок. 1.3). Рекомендуется использовать кабели круглого сечения с диаметром по изоляции (3,5 - 5,5) мм.

1.4.2. Методика измерений

Принцип действия расходомера основан на электромагнитном методе измерений, при котором в потоке жидкости, протекающей через наведённое системой электромагнитов магнитное поле, возникает электродвижущая сила (ЭДС), пропорциональная скорости потока. На электродах, смонтированных в проточную часть расходомера, образуется разность потенциалов, которая поступает в электронный преобразователь расхода, измеряется и передаётся в схему обработки сигнала, где преобразуется в зависимости от исполнения преобразуются в измерительные сигналы: импульсные, частотные, токовые.

Зависимость, определяющая объем жидкости, прошедшей через ПЧ, и количества импульсов на импульсном выходе, имеет вид:

$$V = V_s \cdot N$$

где: V — объем протекшей через расходомер жидкости, м³;

V_s — вес импульса, установленный на расходомере, м³/имп;

N — количество импульсов на импульсном выходе.

Зависимость, определяющая расход жидкости через ПЧ прибора и частоты выходного сигнала на частотном выходе, имеет вид:

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

где: Q — текущее значение объёмного расхода м³/ч;

F_{out} — частота сигнала на частотном выходе, Гц;

F_{max} — максимальная частота преобразования сигнала, $F_{max} = 1000$ Гц;

Q_{max} — максимальное значение объёмного расхода для данного Ду.

Зависимость, определяющая расход жидкости через ПЧ расходомера и сигнала постоянного тока на токовом выходе, имеет вид:

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

где: Q — текущее значение объёмного расхода м³/ч;

I_{out} — значение выходного токового сигнала, мА;

I_0 — значение токового сигнала при нулевом расходе, $I_0 = (0 \text{ или } 4) \text{ мА}$;

Q_{max} — максимальное значение объёмного расхода для данного Ду;

I_{max} — максимальное значение токового сигнала, $I_{max} = (5 \text{ или } 20) \text{ мА}$.

Данные, полученные после преобразования выходных сигналов:

- отображаются на ЖКИ (для соответствующих исполнений, таблица 1.1);
- подготовлены для:
 - хранения в архиве расходомера (для соответствующих исполнений, таблица 1.1);
 - передаче на регистрирующее устройство по RS-485 (для соответствующих исполнений, таблица 1.1).

1.4.3. Архивирование данных.

Архив расходомера просматривается удалённо. Накопленные данные передаются посредством RS-485 на регистрирующее устройство (например, компьютер), при этом на устройстве должна быть установлена программа, формирующая архивные файлы, например, KARAT DATA. Данная программа

находится в свободном доступе на сайте www.karat-npo.com в разделе Техподдержка, подраздел ПО.

Архив расходомера включает в себя следующие типы архивов:

- часовой архив – 1504 записи (более 62 суток);
- суточный архив – 367 записей;
- месячный архив – 48 записей;
- журнал событий – 128 записей.

Записи в архиве располагаются последовательно по возрастанию времени создания записи. Архив имеет циклическую структуру: при заполнении архива новая запись создаётся на месте первой (самой старой) записи архива.

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 1.6.

Таблица 1.6 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные	Значение	
Наименование ПО	KAPAT-551M	KAPAT-551M-P
Идентификационное наименование ПО	k551m-imp_freq.bin	k551m-imp_reverse.bin
Номер версии ПО	2.6	3.6
Цифровой идентификатор ПО	0xB471	0xDC68
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16	CRC16

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 соответствующим выходам;
- визуального отображения данных на экране ЖКИ;
- передачи данных по интерфейсам обмена RS-485 и/или RS-232, которые активируются по команде с внешних регистрирующих устройств.

Минимальные требования к ПК, необходимые для обеспечения работы

технологического ПО расходомера, находятся в свободном доступе на сайте предприятия-изготовителя:

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

1.6.1. Характеристики импульсных выходов

Расходомеры, в зависимости от исполнения, оборудуются как одним прямым, так и прямым и реверсивным импульсными выходами, которые имеют следующие характеристики:

- 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 10 мс;
- частота следования импульсов – не более 18 Гц;
- сопротивление в состоянии «замкнуто» – не более 4,5 кОм;
- сопротивление в состоянии «разомкнуто» – не менее 800 кОм.

Количество формируемых числоимпульсных сигналов пропорционально объёму жидкости, прошедшей через ПЧ расходомера.

Импульсные сигналы прямого потока (направление потока жидкости совпадает со стрелкой, нанесённой на корпус расходомера) генерируются на выходном каскаде OUT1. Сигналы реверсивного (обратного) потока генерируются на выходном каскаде OUT2. Схема подключения числоимпульсных выходов показана на рисунке 1.6.

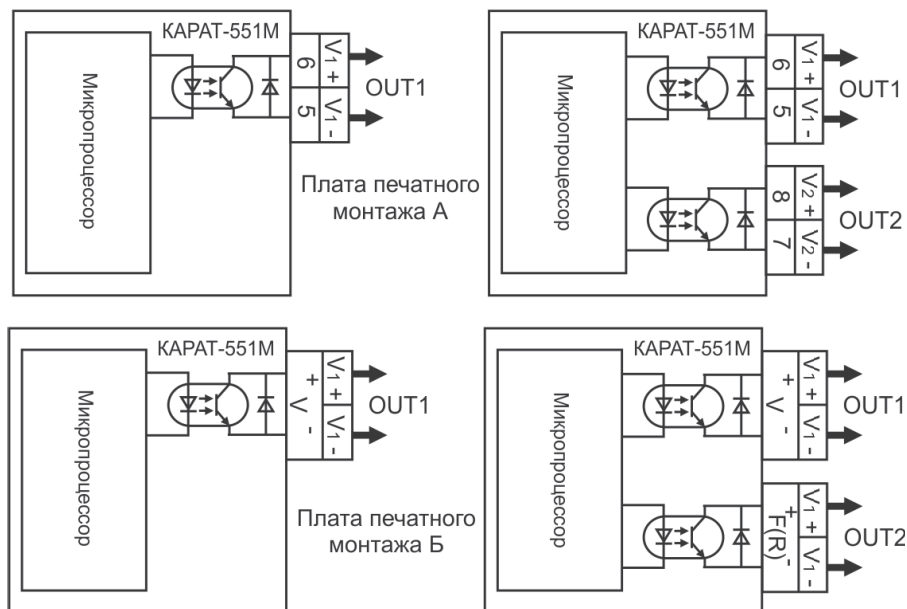
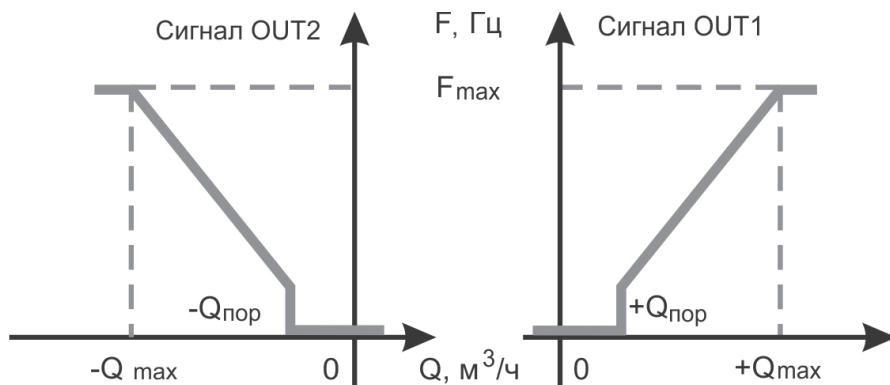


Рисунок 1.6 – Импульсный выход

На OUT1 и OUT2 формируются сигналы, выходные характеристики которых показаны на рисунке 1.7.



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

Рисунок 1.7 – Выходные числоимпульсные сигналы

Если значение расхода жидкости в трубопроводе будет ниже значения $Q_{\text{пор}}$, то прибор будет считать расход жидкости в трубопроводе равным нулю. Если текущие значения расхода превышают максимальный предел измерения расхода, то на ЖКИ расходомера постоянно индицируется значение Q_{max} (смотрите рисунок 1.7).

1.6.2. Визуальное отображение данных

В процессе работы расходомера с индикацией (исполнения 8, 9, 11) данные транслируются на ЖКИ прибора один раз в секунду, и отображаются на экране в виде страниц 1, 2, 3, 4, которые меняются через определённый интервал времени (время отображения страницы – составляет около 15 с). Накопленные данные сохраняются в памяти прибора. Список параметров, индицируемых на страницах меню, приведён в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Параметры, индицируемые на ЖКИ расходомера

Страница №1
- Текущий (мгновенный) расход жидкости, $\text{м}^3/\text{ч}$ - Накопленный объём жидкости, прошедший в прямом направлении, м^3 - Накопленный объём жидкости, прошедший в обратном направлении, м^3 - Номер нештатной ситуации (1 ... 4) – отображается при наличии НС*
Страница №2
- Текущий (мгновенный) расход жидкости, $\text{м}^3/\text{ч}$ - Полное время работы расходомера, ч - Время работы с момента последнего включения расходомера, ч - Номер нештатной ситуации (1 ... 4) – отображается при наличии НС*
Страница №3
- Текущий (мгновенный) расход жидкости, $\text{м}^3/\text{ч}$ - Заводской номер расходомера - Типоразмер (Ду) расходомера - Вес импульса, установленного в расходомере, л/имп - Номер нештатной ситуации (1 ... 4) – отображается при наличии НС*

Таблица 1.7 – Продолжение

Страница №4
- Текущий (мгновенный) расход жидкости, м³/ч - Максимальный предел измерения расхода, м³/ч - Порог чувствительности расходомера, м³/ч - Номер нештатной ситуации (1 ... 4) – отображается при наличии НС*
*) – индикация о наличии НС отображается в верхнем правом углу экрана, в виде: ▲1 или ▲2 или ▲3 или ▲4. Описание НС приводится в таблице 1.5

Пример отображения страниц на экране прибора, показан на рисунке 1.8.

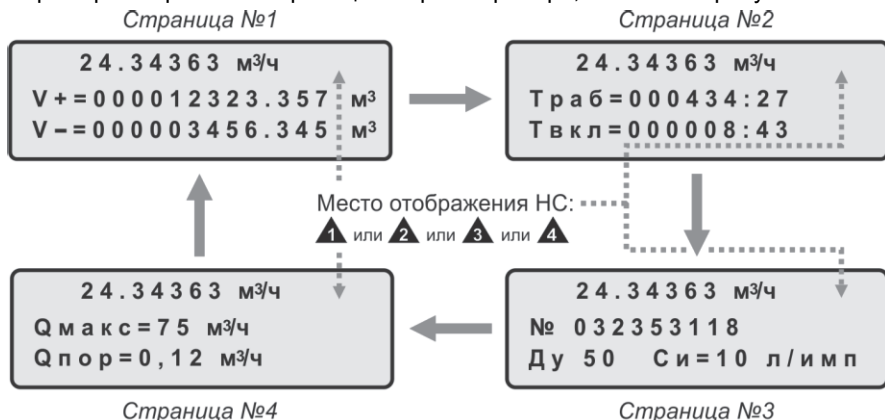


Рисунок 1.8 – Пример отображения индикации на ЖКИ расходомера

1.6.3. Интерфейс обмена

Характеристики интерфейса RS-485 представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Характеристика интерфейса обмена RS-485

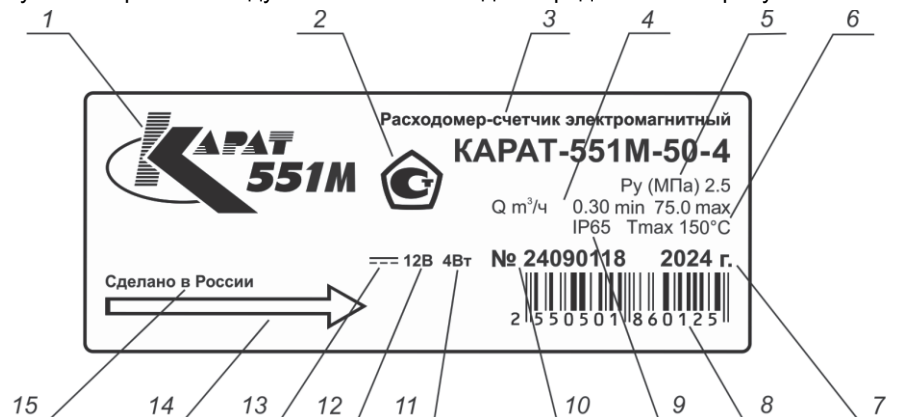
Наименование характеристики	Значение
Протокол обмена	Modbus RTU
Скорость передачи данных, бит/с, не более	9600
Длина линии связи, м, не более	150
Подключаемые приборы, шт., не более	31
Диапазон значений адреса в сети, шт.	0 – 255 ¹⁾
Источник питания	Источник постоянного тока ²⁾

¹⁾ – По умолчанию в приборе устанавливается сетевой адрес – 1.
²⁾ – Характеристика источника питания приведена в разделе 1.3.2 настоящего руководства по эксплуатации

1.7. МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

1.7.1. Маркировка

Шильдик (маркировка) расходомера крепится на боковую поверхность корпуса электронного модуля. Внешний шильдика представлен на рисунке 1.9.



1 – товарный знак предприятия-изготовителя; 2 – знак утверждения типа средств измерений; 3 – полное условное обозначение расходомера; 4 – минимальный и максимальный расходы, $\text{м}^3/\text{ч}$; 5 – максимальное рабочее давление, МПа; 6 – максимальная рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$; 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 1.9 – Пример маркировки расходомера

На проточную часть расходомера наносятся следующие обозначения:

- стрелка, показывающая правильную установку расходомера, по направлению потока жидкости (рисунок 1.3, позиция 11);
- технологический номер проточной части.

Транспортную тару маркировать надписями в соответствии с ГОСТ 14192-96.

1.7.2. Пломбирование

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

Уровень 1 – от несанкционированного доступа защищаются сервисные и настроечные разъёмы электронного модуля расходомера:

- пломбой ОТК предприятия-изготовителя при выпуске прибора из производства позиция 8, рисунок 1.4;
- пломбой с нанесенным знаком поверки после проведения поверки (первичной, периодической, после ремонта) позиция 12, рисунок 1.4.

Пломбирование происходит посредством нанесения отпечатков клейма ОТК и знака поверки на пломбировочную пасту.

Уровень 2 – от вскрытия после монтажа расходомер защищается пломбой (пломбами) заинтересованной стороны. Для пломбирования предусмотрены специальные пломбировочные отверстия, расположенные в приливах для пломбирования (позиция 18, рисунок 1.4) на корпусе ЭП.

1.8. УПАКОВКА И КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Расходомеры типоразмеров Ду – 20, 25, 32, 40, 50, 65 упаковываются в картонные коробки. ЭД помещается: в пакет из полиэтиленовой плёнки и 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;
- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- дата выпуска.

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

В комплект 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 ФИФ ОЕИ.

Инструкция по монтажу расходомеров СМАФ.407212.001 ИМ находится в свободном доступе на сайте предприятия www.karat-npo.com – Главная – Каталог – Расходомеры – КАРАТ-551М расходомеры электромагнитные.

Необходимое технологическое ПО, а также минимальные требования к ПК, необходимые для обеспечения работы технологических программ, находится в свободном доступе на сайте предприятия в разделе Техподдержка – ПО (программное обеспечение).

По дополнительному заказу могут поставляться:

- комплекты монтажных частей КМЧ 1 и КМЧ 2;
- монтажная вставка МВ.

1.9. 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 работы расходомеров необходимо соблюдать следующие ограничения:

- нельзя располагать приборы вблизи мощных источников электромагнитных полей (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 приборы за ЭП, а также устанавливать их на ЭП, рисунок 2.1;

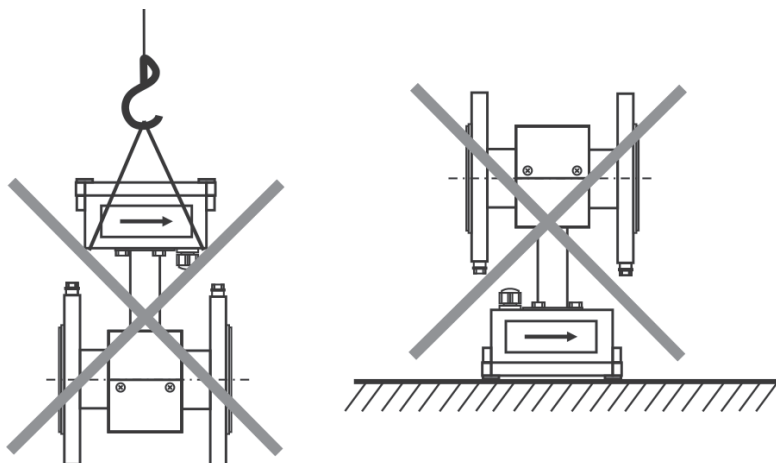


Рисунок 2.1 – Недопустимые действия при работе с расходомерами

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

2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОРАЗМЕРА

Главным 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 $0,25 \cdot Q_{\text{ном}}$ до $Q_{\text{ном}}$ для выбираемого типоразмера (смотрите таблицу 1.3 руководства)
- для целей коммерческого учета рекомендуется подбирать расходомер, переходное значение расхода которого $Q_{\text{т1}}$ (таблица 1.3) будет меньше минимального расчётного значения расхода измеряемой жидкости в трубопроводе.

2.3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

К работе с расходомерами допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и ИМ, имеющие вторую группу по электробезопасности.

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 указанные выше работы необходимо проводить:

- при отключенном внешнем источнике питания расходомера;
- при отключенных линиях связи расходомера с регистрирующим устройством (например, вычислителем);
- при полном отсутствии избыточного давления измеряемой среды 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 рабочей жидкости в трубопроводах могут превышать допустимые значения данных параметров, устанавливаемых для расходомеров.

Определение длины прямых участков до и после расходомера, производится на этапе проектирования узла коммерческого (технологического) учёта (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

2.4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Сданный в эксплуатацию расходомер работает непрерывно в автоматическом режиме. Информация об измеряемых параметрах постоянно передаётся на внешнее регистрирующее устройство (например, вычислитель).

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 внешних устройств. Обратное подключение прибора к питанию и внешним устройствам рекомендуется производить после того, как трубопровод будет заполнен рабочей жидкостью.

2.5. ДЕМОНТАЖ

Демонтаж расходомера необходимо проводить в следующем порядке:

- снять избыточное давление в трубопроводе и слить рабочую жидкость из участка трубопровода, на котором смонтирован расходомер;
- отключить прибор от источника внешнего питания;
- отключить линии связи расходомера с внешним регистрационным устройством;

- демонтировать расходомер, следуя указаниям разделов 3.4, 3.5 инструкции по монтажу расходомеров.
- установить монтажную вставку в трубопровод на место демонтированного прибора, руководствуясь указаниям разделов 3.4, 3.5 инструкции по монтажу расходомеров;
- после установки монтажной вставки подать в трубопровод рабочее давление и визуально проверить трубопровод на герметичность;
- при положительном результате проверки запустить систему в работу.

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 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:

- комплектность расходомеров в соответствии с ЭД;
- отсутствие механических повреждений в виде сколов и вмятин, а также следов коррозии материалов, из которых изготовлены составные части приборов;
- маркировочные обозначения на приборах должны быть четкими, легко читаемыми;
- наличие и целостность пломб и клейм, предусмотренных ЭД;
- состояние электрических соединений проводов блока питания и заземления;
- 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, по согласованию с эксплуатирующей организацией.

Контроль выходного сигнала (совмещается со сдачей прибора в ремонт или в поверку) производится 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.

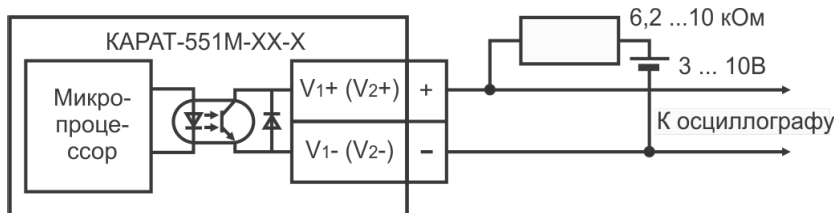


Рисунок 3.1 – Контроль импульсного выходного сигнала

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, м³/имп;

Q – текущий расход жидкости, м³/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 настоящего руководства.

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 (истекает) 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

Расходомер является средством измерений и подлежит первичной и периодической поверке. Поверка расходомера проводится в соответствии с документом МП 93-221-2018 «ГСИ. Расходомеры - счётчики электромагнитные КАРАТ-551М. Методика поверки».

При нарушении целостности пломбы с нанесённым знаком поверки (рисунок 1.5, позиции 8), результаты поверки прибора считаются недействительными.

Интервал между поверками расходомера составляет 4 года.

5. РЕМОНТ

В случае выхода расходомера из строя, его ремонт производится только на предприятии-изготовителе или в сервисных центрах.

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

- рекламационный акт с описанием характера неисправности и её проявлениях. Образец рекламационного акта представлен в «Приложении Б паспорта расходомера;
- 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, °Сот минус 40 до + 50;
- относительная влажность воздуха, %, при температуре +35 °Сдо 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 должна 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.

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. 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 *	Оборудование, устанавливаемое после расходомера	Длина прямого участка на выходе *
▪ Конфузор ▪ Кран шаровый (открыт полностью) ▪ Диффузор	$\geq 2 \text{ Ду}$	▪ Конфузор ▪ Кран шаровый (открыт полностью) ▪ Диффузор	$\geq 2 \text{ Ду}$
▪ Тройник ▪ Отвод, колено 90° ▪ Колено 90° + 90° ▪ Фильтр, грязевик	$\geq 5 \text{ Ду}$	▪ Тройник ▪ Отвод, колено 90° ▪ Колено 90° + 90° ▪ Фильтр, грязевик	
▪ Затвор поворотный дисковый ▪ Задвижка клиновая ▪ Насос	$\geq 10 \text{ Ду}$	▪ Затвор поворотный дисковый ▪ Задвижка клиновая ▪ Клапан регулирующий **	
*) – длина прямого участка является зоной действия данного гидравлического сопротивления;			
**) – не рекомендуется устанавливать перед прибором			

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, смотрите рисунок А-1.

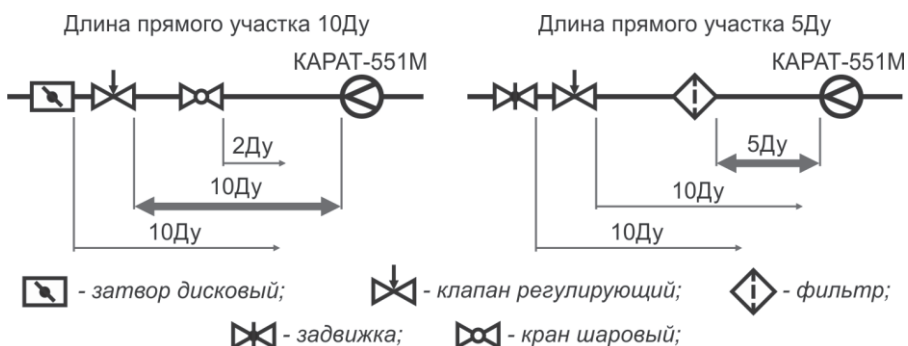


Рисунок А.1 – Пример определения длин прямых участков

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.

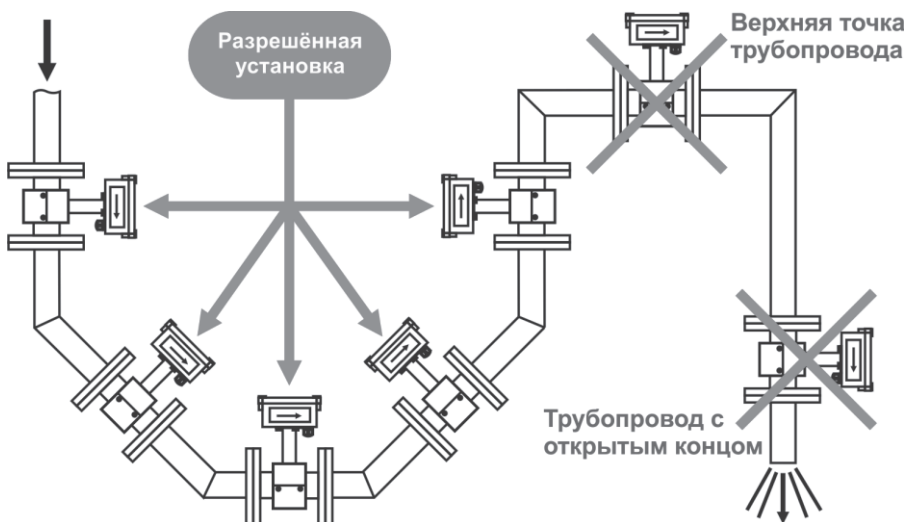


Рисунок Б.1 – Установка расходомера в трубопровод

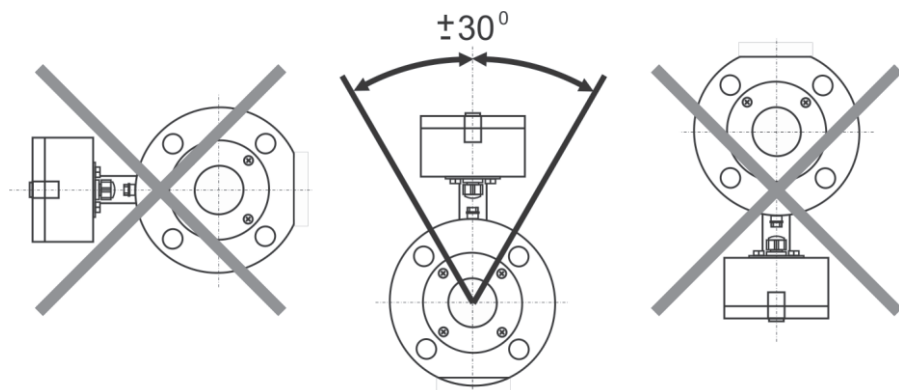


Рисунок Б.2 – Допускаемая ориентация расходомера при установке в горизонтальные и наклонные трубопроводы

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Установка расходомера в трубопровод

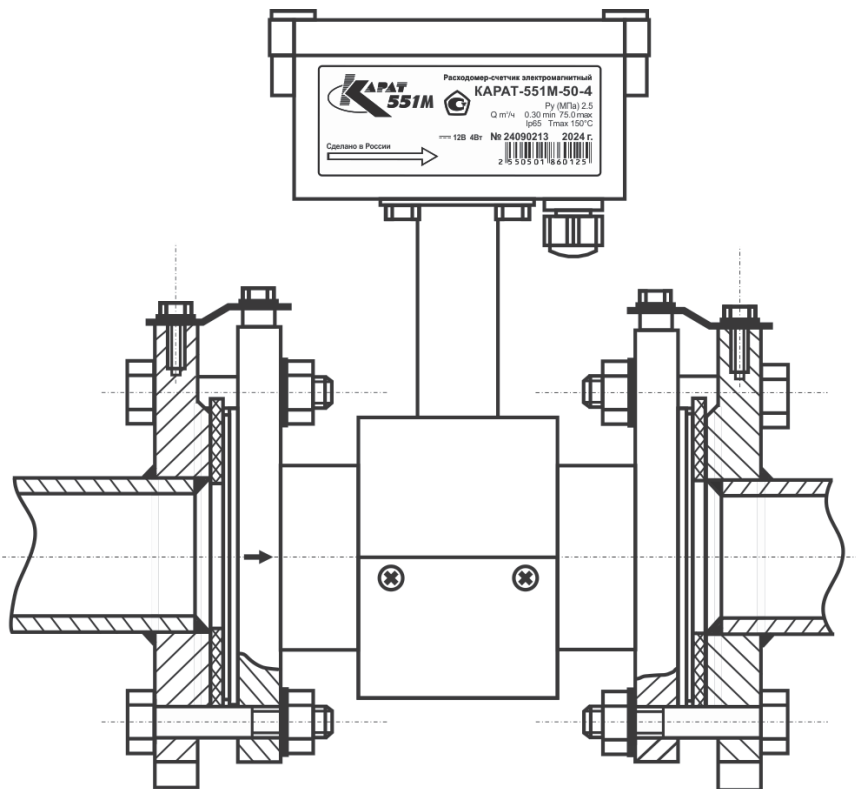


Рисунок В.1 – Установка расходомера в трубопровод



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; skype: techkarat;
e-mail: tech@karat-npo.ru

ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ