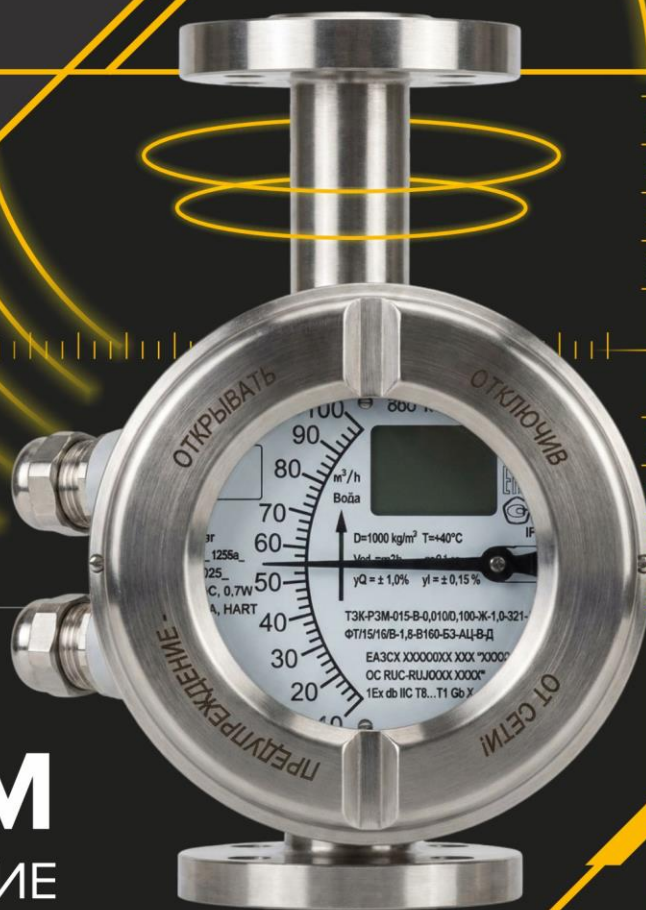


ИНВАРД

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ГРВТ.407273.001 РЭ

Версия 4 / октябрь 2026



ТЭК-РЭМ

РОТАМЕТРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Утвержден
ГРВТ.407273.001 РЭ-ЛУ
ОКПД2 26.51.52.110

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) содержит сведения о конструкции, принципе действия, основных технических характеристиках ротаметров металлических ТЭК-РЭМ (далее – ротаметры), необходимые для правильной и безопасной их эксплуатации.

К работе с ротаметрами допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности, установленным эксплуатационными службами.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем РЭ, приведен в приложении А.

Указания по оформлению заказа ротаметров и примеры записи при заказе приведены в приложении Б.

Пример записи обозначения ротаметров в документации другой продукции, в которой они могут быть применены:

Ротаметр металлический ТЭК-РЭМ ГРВТ.407273.001 ТУ.

Содержание

1 Описание и работа	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Технические характеристики	6
1.3 Состав изделия	18
1.4 Устройство и работа	19
1.5 Конструкция	22
1.6 Маркировка	30
1.7 Упаковка	32
2 Использование по назначению	33
2.1 Эксплуатационные ограничения	33
2.2 Подготовка изделия к использованию	34
2.3 Порядок установки и монтаж	37
2.4 Использование изделия	42
2.5 Возможные неисправности и методы их устранения	44
2.6 Меры безопасности при эксплуатации	45
3 Техническое обслуживание изделия	47
3.4 Меры безопасности	47
3.5 Порядок технического обслуживания изделия	47
4 Консервация (расконсервация, переконсервация)	50
5 Хранение	51
6 Транспортирование	52
Приложение А Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве по эксплуатации	53
Приложение Б Указания по оформлению заказа	53
Приложение В Протокол информационного обмена по интерфейсу RS-485	60
Приложение Г Габаритные и установочные размеры	65
Приложение Д Схемы электрические подключения	79

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Ротаметры предназначены для измерения объемного расхода однородных потоков чистых жидкостей и газов и преобразования измеренного значения объемного расхода в электрический выходной сигнал, а также сигнализации предельных значений объемного расхода в двух точках контроля.

1.1.2 Ротаметры соответствуют требованиям технических условий ГРВТ.407273.001 ТУ, комплекта документации ГРВТ.407273.001, Правил классификации и постройки морских судов Российского Морского Регистра Судоходства (далее – РМРС), Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов РМРС, Правил классификации и постройки атомных судов и плавучих сооружений РМРС, НП-001-15, НП-022-17, НП-029-17, НП-031-01, НП-054-04, СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010), Сан-ПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009), СП 2.6.1.2040-05 (СП РБ АС 2005), СТО 1.1.1.07.001.0675, СТО 1.1.1.01.001.0891, ГОСТ 29075, ГОСТ Р 52931.

Ротаметры взрывозащищенного исполнения дополнительно соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0, ГОСТ 31610.11, ГОСТ IEC 60079-1, ГОСТ 31441.1.

1.1.3 Ротаметры изготовлены и испытаны по технической документации, одобренной РМРС, и отвечают требованиям, предъявляемым к устройствам сигнализации, измерения и контроля неэлектрических величин для судов с неограниченным районом плавания.

1.1.4 Ротаметры в зависимости от исполнения соответствуют климатическим исполнениям ОМ, УХЛ, О, но для работы при температуре окружающей среды от минус 60 °С до плюс 75 °С. Категория размещения – 1, 2, 3 или 4 по ГОСТ 15150 в зависимости от исполнения, тип атмосферы III.

1.1.5 Ротаметры имеют исполнения, предназначенные для применения на объектах использования атомной энергии (далее – ОИАЭ), в том числе на атомных электростанциях (далее – АЭС).

1.1.6 Группы условий эксплуатации ротаметров, предназначенных для поставки на ОИАЭ, – 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 по СТО 1.1.1.07.001.0675.

1.1.7 Ротаметры в зависимости от исполнения относятся к классам безопасности 2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4, 4Н по НП-022-17.

1.1.8 Ротаметры в зависимости от исполнения относятся к классам безопасности 2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4, 4Н по НП-001-15.

1.1.9 Ротаметры, предназначенные для работы на ОИАЭ, относятся к I категории сейсмостойкости по НП-031-01.

1.2 Основные технические характеристики

Таблица 1 – Основные технические характеристики

Принцип измерения	Измерение объемного расхода
Измеряемая среда	Жидкости
	газы
Монтажное положение	Горизонтальное
	Вертикальное
Диапазон измерений	Жидкость: от 1,0 до 120 000 л/ч
	Газ: от 16 до 600 000 л/ч
Динамический диапазон измерений	10:1
Диапазон измерений температуры	-196...350°C (440°C по специальному заказу)
Температурные исполнения	B160 (-60...160°C)
	B250 (-80...250°C)
	B450 (-60...450°C)
	M196 (-196...100°C)
Номинальный диаметр	от 5 до 100 мм
Пределы основной относительной погрешности	±1,0%
	±1,5%
	±2,5%
	±4,0%
Давление рабочей среды макс.	40 МПа
Выходной сигнал	АЦ - Аналоговый от 4 до 20 мА + HART
	АЦР2 - Аналоговый от 4 до 20 мА + HART с двумя дополнительными релейными выходами
	ЦС - Цифровой RS-485 с Modbus RTU
	РА - Цифровой IEC 61158-2 с Profibus PA
	FF - Цифровой IEC 61158-2 с Foundation Fieldbus
	О - Без электронного блока
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015	IP65 / IP66
Исполнение по взрывозащите	Искробезопасная электрическая цепь 0Ex ia IIC T6...T1 Ga X

	Взрывонепроницаемая оболочка 1Ex db IIC T6...T1 Gb X
	Для ротаметров без электрического блока II Gb T6...T1 X
	Общепромышленное применение
Материал корпуса	алюминий (порошковое покрытие)
	нержавеющая сталь
Материал элементов проточной части	Нержавеющая сталь
	Титан
	Алюминий
	Покрытие фторопластом
	По запросу
Подключение к процессу	фланцевое
	резьбовое
	по запросу
Температура окружающей среды	-60...85°C
Межповерочный интервал	4 года
Средняя наработка на отказ	150 000 ч
Срок службы	не менее 20 лет
Гарантийный срок эксплуатации	24 месяца с момента поставки

1.2.1 Ротаметры имеют исполнения, отличающиеся следующими параметрами:

- номинальным диаметром DN;
- диапазоном измерений объемного расхода жидкости или газа;
- способом установки горизонтальным или вертикальным;
- пределами допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений объемного расхода;
- диапазоном рабочей температуры измеряемой среды;
- максимальным рабочим давлением измеряемой среды;
- наличием блока электронного;
- способом присоединения;
- наличием взрывозащиты;
- материалом корпуса первичного преобразователя;

- материалом поплавка.

1.2.2 Максимальное рабочее давление измеряемой среды должно быть не более 40 МПа и устанавливается при заказе из ряда 0,25; 0,40; 0,60; 1,00; 1,60; 4,00; 6,30; 10,00; 16,00; 25,00; 32,00; 40,00 МПа. По заказу возможно изготовление ротаметров с параметрами рабочего давления измеряемой среды, отличными от приведенного ряда.

1.2.3 В зависимости от номинального диаметра DN, нижнего и верхнего пределов измерений объемного расхода $Q_{\min}$ и $Q_{\max}$, конструктивного исполнения первичного преобразователя по материалу и покрытию проточной части ротаметра и допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода γ_Q ротаметры при измерении объемного расхода воды плотностью 1000 кг/м³, находящейся при температуре 20 °С, имеют исполнения, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Исполнения ротаметров при измерении объемного расхода

Номинальный диаметр, мм	Диапазон расхода вода, л/ч	Диапазон расхода воздух, м ³ /ч	Условное обозначение поплавка
5	0,27 - 165,0	1,6 - 3400	0***
10	1,0 - 40	0,015 - 1,3	1**
15	1 - 25,3	0,065 - 0,65	a**
	2,61 - 44,0	0,1 - 1,0	b**
	3,96 - 77,0	0,15 - 1,5	c**
	5,0 - 600	0,3 - 17,0	2**
	5,76 - 132,0	0,22 - 2,2	d**
	5,8 - 110,0	0,18 - 1,8	da**
	8,64 - 253,0	0,36 - 3,6	e**

	9,0 - 176,0	0,3 - 3,0	db**
	13,5 - 308,0	0,45 - 4,5	dc**
	14,4 - 440,0	0,55 - 5,5	f**
	19,8 - 418,0	0,75 - 7,5	dd**
	29,7 - 770,0	1,8 - 18,0	g**
	32,4 - 396,0	1,2 - 12,0	de**
	36,0 - 2000,0	2,8 - 28,0	h**
	49,5 - 1100,0	1,8 - 18,0	df**
	90,0 - 1540,0	3,0 - 30,0	dg**
	126,0 - 2640,0	4,0 - 60,0	dh**
25	33,3 - 1100,0	1,4 - 14,0	i**
	57,6 - 1800,0	2,3 - 23,0	j**
	84,6 - 1980,0	3,5 - 35,0	k**
	108,0 - 1760,0	3,5 - 35,0	di**
	100,0 - 4000	3,0 - 110,0	z**
	118,8 - 4500,0	5,0 - 110,0	l**
	162,0 - 2860,0	5,0 - 50,0	dj**
	162,0 - 4400,0	8,0 - 80,0	dk**
	162,0 - 6600,0	13,0 - 130,0	dl**
	162,0 - 11000,0	22,0 - 260,0	dm**

	288,0 - 8000,0	18,0 - 180,0	m**
40	250,0 - 6000	7,0 - 170,0	4**
50	193,5 - 9500,0	8,0 - 230,0	n**
	261,0 - 16000,0	11,0 - 350,0	o**
	369,0 - 35000,0	15,0 - 700,0	p**
	400,0 - 25000,0	11,0 - 700,0	5**
	810,0 - 17600,0	26,0 - 260,0	dn**
	1260,0 - 33000,0	42,0 - 420,0	do**
	1620,0 - 49500,0	58,0 - 900,0	dp**
80	882,0 - 38500,0	35,0 - 1000,0	q**
	1620,0 - 75000,0	40,0 - 1800,0	r**
	4000,0 - 40000,0	46,0 - 1100,0	6**
	2250,0 - 44000,0	65,0 - 650,0	dq**
	3150,0 - 88000,0	95,0 - 1600,0	dr**
100	1530,0 - 115560,0	55,0 - 2800,0	s**
	3600,0 - 176000,0	220,0 - 3200,0	ds**
	4000,0 - 10000,0	110,0 - 2400,0	7**
150	10000,0 - 130000,0	150,0 - 3000,0	8**

1.2.4 Ротаметры обеспечивают измерение объемного расхода только в одном направлении движения измеряемой среды (без обратного). Стандартное исполнение ротаметров – с вертикальным размещением на трубопроводе.

1.2.5 Значение пульсации аналогового выходного сигнала не превышает 0,1 % диапазона его изменения.

1.2.6 Ротаметры обеспечивают сигнализацию предельных значений объемного расхода в двух контрольных точках, устанавливаемых потребителем в условиях объекта эксплуатации, в диапазоне измерений объемного расхода формированием двух релейных выходных сигналов по одному реле на каждую точку контроля с одной группой переключающих контактов для каждого реле. Нагрузочная способность контактов реле от 5 мкА до 1 А при напряжении до 250 В.

Дифференциал переключения реле, определяемый как разность уровней срабатывания при увеличении и уменьшении объемного расхода измеряемой среды, допускает регулировку в диапазоне от 5 до 95 % диапазона измерений объемного расхода потребителем в условиях объекта эксплуатации.

1.2.7 Электропитание блоков электронных ротаметров осуществляется напряжением постоянного тока номинального значения 24 В или 27 В в диапазоне допускаемых значений от 14 до 36 В. Электропитание осуществляется по линии аналогового выходного сигнала.

1.2.8 Электрическая мощность, потребляемая ротаметрами от источника электропитания постоянного тока, не превышает 0,7 Вт для исполнения с выходным сигналом в виде силы постоянного тока и 1,5 Вт – для исполнений с цифровыми выходными сигналами.

1.2.9 Ротаметры непрерывно обеспечивают самодиагностику. Самодиагностика осуществляется в соответствии с протоколом информационного обмена по цифровому выходу передачей признака исправности (неисправности) в байте состояния по протоколу обмена Modbus RTU.

Признаком неисправности ротаметров является выходной аналоговый сигнал более 20,8 мА или менее 3,8 мА.

1.2.10 Необратимая потеря давления на ротаметре не превышает 0,1 МПа.

1.2.11 Динамический диапазон измерений объемного расхода составляет не менее 10. По заказу допускается изготовление ротаметров с динамическим диапазоном измерений объемного расхода измерений до 20. Погрешность измерений до нижней границы динамического диапазона не нормируется.

Допускается превышение расхода измеряемой среды значением не более 20 % верхнего предела измерений объемного расхода, погрешность измерений при этом не нормируется.

Максимальное значение выходного сигнала при превышении верхнего предела измерений объемного расхода не превышает его номинального значения более чем на 15 % в рабочем режиме и при любых неисправностях линии связи.

1.2.12 Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений объемного расхода погрешности измерений объемного расхода определяются конструктивным исполнением первичного преобразователя и составляют $\pm 1,0$; $\pm 1,5$; $\pm 2,5$ или $\pm 4,0$ % от верхнего предела измерений объемного расхода в соответствии с таблицами 1 и 2.

1.2.13 Пределы допускаемой приведенной к диапазону изменения выходного аналогового сигнала погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода в выходной аналоговый сигнал составляют не более $\pm 0,15$ % диапазона изменения выходного аналогового сигнала.

1.2.14 Время готовности ротаметра к работе с момента включения не превышает 1 с.

1.2.15 Время установления выходного сигнала при резком изменении расхода от 3 до 100 % и от 100 до 3 % верхнего предела измерений объемного расхода составляет от 100 мс до 30 с, и устанавливается потребителем при конфигурировании изделия в условиях объекта эксплуатации.

1.2.16 Длина кабельной линии связи между ротаметром и системой верхнего уровня должна быть не более 1000 м.

1.2.17 Уровень акустических шумов, создаваемых ротаметрами при работе, не превышает 40 дБ.

1.2.18 Ротаметры не виброактивны.

1.2.19 Уровни помехоэмиссии, создаваемые ротаметрами при работе, не превышают значений, установленных для группы 1.3.2 по ГОСТ В 25803 и для

группы 2.3.1 Норм 11А. Для изделий, подлежащих поставке на ОИАЭ, уровни помехоэмиссии не превышают норм, установленных ГОСТ 32137.

1.2.20 Ротаметры не имеют резонанса конструктивных элементов при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 2 до 100 Гц (группа механического исполнения М7 по ГОСТ 30631).

1.2.21 Ротаметры обладают устойчивостью к воздействию вибраций в диапазоне частот от 2 до 120 Гц: при частотах от 2 до 25 Гц – с амплитудой перемещения 1 мм, при частотах от 25 до 120 Гц – с амплитудой ускорения $9,8 \text{ м/с}^2$ (1 g) (группа 2 по СТО 1.1.1.07.001.0675).

1.2.22 Ротаметры обладают прочностью при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 2 до 500 Гц с амплитудой ускорения 49 м/с^2 (5 g).

1.2.23 Ротаметры обладают прочностью при воздействии синусоидальной вибрации на одной из частот, лежащей в диапазоне от 20 до 30 Гц с амплитудой ускорения $19,6 \text{ м/с}^2$ (2 g).

1.2.24 Первичные преобразователи ротаметров являются герметичными по классу III в соответствии с ОСТ 5Р.0170 и прочными при воздействии пробного давления ($P_{пр}$), создаваемого в проточной полости, равного 1,5 максимального рабочего давления. Первичные преобразователи ротаметров являются герметичными по классу III в соответствии с НП-105-18.

1.2.25 Ротаметры обладают прочностью и устойчивостью к воздействию многократных ударов с ускорением 49 м/с^2 (5 g) и частотой в пределах от 40 до 80 ударов в минуту.

1.2.26 Ротаметры обладают устойчивостью к воздействию механических ударов одиночного действия ускорением не более 490 м/с^2 (50 g).

1.2.27 Ротаметры сохраняют работоспособность во время бортовой качки с амплитудой 45° и периодом 10 с, длительного крена до 30° и дифферента до $22,5^\circ$.

1.2.28 Ротаметры обладают стойкостью к воздействию климатических факторов окружающей среды, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Наименование климатического фактора	Числовое значение	
	для невзрывозащищенного исполнения	для взрывозащищенного исполнения
Повышенная температура, °С рабочая (предельная)	+ 75 (+ 85)	+ 75 (+ 75)
Пониженная температура, °С рабочая (предельная)	- 60 (- 60)	
Повышенная влажность, % при температуре (55 ± 2) °С	100	
Изменение температуры окружающей среды, °С	от - 60 до + 85	от - 60 до + 75
Давление окружающей среды, МПа	от 0,081 до 0,400	

1.2.29 Ротаметры выдерживают воздействие плесневых грибов в соответствии с требованиями ГОСТ 9.048.

1.2.30 Ротаметры обладают устойчивостью к воздействию внешнего постоянного и переменного магнитного поля напряженностью до 400 А/м по ГОСТ IEC 61000-4-8.

1.2.31 Ротаметры сохраняют работоспособность после воздействия знакопеременного убывающего магнитного поля со следующими параметрами импульса: форма импульса - трапецеидальная; амплитуда первого импульса – 15 мТл; время действия импульса – от 5 до 9 с; крутизна нарастания и спадания первого импульса – 10 мТл/с; количество импульсов – до 205.

1.2.32 Ротаметры обладают устойчивостью при воздействии электромагнитных помех нормального вида напряжением до 10 мВ в диапазоне частот от 50 до 4000 Гц и общего вида до 10 В в диапазоне от 50 до 4000 Гц.

1.2.33 Ротаметры соответствуют требованиям по электромагнитной совместимости (ЭМС) и допустимому уровню напряжения радиопомех, изложенным в Правилах технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов РМРС. Ротаметры соответствуют требованиям по электромагнитной совместимости в условиях жесткой электромагнитной обстановки по группе исполнения IV и качеству функционирования А по ГОСТ 32137.

1.2.34 Ротаметры обладают устойчивостью к воздействию соляного (морского) тумана.

1.2.35 Ротаметры обладают устойчивостью к воздействию инея и росы.

1.2.36 Ротаметры в упаковке для транспортирования выдерживают:

- воздействие температуры от минус 60 до плюс 70 °С;
- воздействие относительной влажности (95 ± 3) % при 35 °С;
- механические удары многократного действия с пиковым ударным ускорением до 147 м/с^2 (15 g) при длительности действия ударного ускорения от 5 до 10 мс.

1.2.37 Ротаметры обладают стойкостью при и после воздействия спецфакторов с параметрами по ГОСТ РВ 20.39.305, группа 2.2. Ротаметры, предназначенные для поставки на ОИАЭ, обладают устойчивостью к воздействию гамма-излучения мощностью до 1 Гр/ч.

1.2.38 Ротаметры обладают стойкостью к воздействию агрессивных сред: сернистого газа концентрацией не более $2,0 \text{ мг/м}^3$; аммиака концентрацией не более $1,0 \text{ мг/м}^3$; двуокиси азота концентрацией не более $2,0 \text{ мг/м}^3$; сероводорода концентрацией не более $1,0 \text{ мг/м}^3$.

1.2.39 Ротаметры, предназначенные для работы на ОИАЭ, соответствуют I категории сейсмостойкости по НП-031-01. Ротаметры являются сейсмостойкими при воздействии землетрясений интенсивностью МРЗ, при сейсмических нагрузках 9 баллов по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 25 м по ГОСТ 30546.1.

1.2.40 Ротаметры, предназначенные для работы на ОИАЭ, обладают устойчивостью к воздействию от удара падающего самолета, что эквивалентно воздействию механических ударов одиночного действия с ускорением не более 75 м/с^2 (7,5 g) и длительностью действия не менее 0,2 с.

1.2.41 Ротаметры, предназначенные для работы на ОИАЭ, обладают устойчивостью к воздействию воздушной ударной волны, что эквивалентно воздействию механических ударов одиночного действия с ускорением не более 36 м/с^2 (3,6 g) и длительностью действия не менее 0,5 с.

1.2.42 Ротаметры отвечают требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.2.007.0 и ГОСТ 12.1.004 с вероятностью 10^{-6} в год. При любых возникающих в них неисправностях они не являются источником возгорания.

1.2.43 Наружные поверхности ротаметров допускают дезактивацию, дегазацию и дезинфекцию специальными растворами, в том числе растворами, приведенными в разделе 6 СТО 1.1.1.07.001.0675.

1.2.44 Однотипные составные части ротаметров являются взаимозаменяемыми.

1.2.45 Цепи электропитания и выходных сигналов гальванически изолированы от корпуса и друг от друга.

1.2.46 Электрическая изоляция цепей электропитания и выходных сигналов выдерживает без пробоя в течение 1 мин действие испытательного напряжения синусоидальной формы частотой 50 Гц в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Проверяемая цепь	Амплитудное значение испытательного напряжения, В	
	в нормальных климатических условиях	в условиях повышенной влажности
Электропитание	550	300
Контактные группы реле	500	300

1.2.47 Электрическое сопротивление изоляции цепей электропитания и выходных сигналов относительно корпуса и между собой составляет не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях и не менее 10 МОм при отклонении от нормальных климатических условий (после испытаний на воздействие повышенной влажности, повышенной и пониженной температуры).

1.2.48 Ротаметры обладают стойкостью при длительных отклонениях напряжения электропитания от номинального значения в диапазоне от 14 до 36 В.

1.2.49 Ротаметры не дают ложных срабатываний при подаче и отключении напряжения электропитания. В том числе сохраняют работоспособность после трёхкратного прерывания электропитания на 30 с в течение 5 мин.

Примечание – Под ложным срабатыванием понимается изменение выходного сигнала при неизменном расходе измеряемой среды.

1.2.50 Ротаметры обладают стойкостью к снижению питающих напряжений на 30 % от номинальных значений при общем времени переходного процесса до установившихся номинальных значений не более 15 с.

1.2.51 Ротаметры сохраняют работоспособность после кратковременных снижений напряжения электропитания включительно до 0 В (короткое замыкание) на время не более 1 с с последующим восстановлением напряжения электропитания за время не более 1,5 с.

1.2.52 Ротаметры обладают стойкостью к воздействию напряжения электропитания обратной полярности.

1.2.53 Составные части ротаметров по возможности ремонта и восстановления являются неремонтируемыми, восстанавливаемыми.

1.2.54 Средняя наработка до отказа ротаметров с учетом технического обслуживания, регламентируемого настоящим РЭ, 150 000 ч.

1.2.55 Ротаметры обеспечивают безотказную непрерывную работу периодами по 8000 ч с вероятностью $P(8000) = 0,99$ без непосредственного технического обслуживания. Закон распределения вероятности безотказной работы – экспоненциальный. Критерием отказа является несоответствие выходных сигналов состоянию чувствительного элемента.

1.2.56 Назначенный срок службы составляет не менее 25 лет без ограничения ресурса в течение этого срока. В течение назначенного срока службы ротаметры обеспечивают непрерывную работу без обслуживания и контроля периодами по 8000 ч.

1.2.57 Срок сохраняемости составляет 12 лет на период с даты выпуска предприятием-изготовителем до ввода в эксплуатацию; 24 месяца – для экспортных исполнений ротаметров.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Комплект поставки ротаметров соответствует таблице 6.

Таблица 6

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Ротаметр металлический ТЭК-РЭМ	В соответствии с заказом	1 шт.	Исполнение оговаривается при заказе
Паспорт	ГРВТ.407273.001 ПС	1 экз.	
Руководство по эксплуатации	ГРВТ.407273.001 РЭ	1 экз. на 50 изделий	На партию изделий меньшего количества прилагается один экземпляр руководства по эксплуатации
Комплект разрешительной документации	-	-	Поставляется по заказу в соответствии с условиями договора поставки и ГОСТ Р 50.06.01

1.3.2 При оформлении заказа нескольких ротаметров на один объект допускается объединять однотипные составные части или указывать их в спецификации заказа отдельно.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Описание устройства

Ротаметры имеют исполнения по размещению на трубопроводе – стандартное вертикальное и исполнение с горизонтальным размещением.

В общем случае ротаметры состоят из первичного преобразователя, поплавка и отсчетного устройства, состоящего из стрелочного индикатора и блока электронного. Первичный преобразователь представляет собой цилиндрический патрубок с фланцевым соединением на обоих концах. Внутри первичного преобразователя находится поплавок конической формы. Для ограничения хода поплавок предусмотрены упоры. Ротаметры обеспечивают индикацию измеренного значения расхода по стрелочному индикатору отсчетного устройства. Шкала стрелочного индикатора может быть выражена в единицах измерения объемного расхода и/или в процентах в пределах диапазона измерений объемного расхода. Ротаметры с блоком электронным дополнительно обеспечивают индикацию измеренного значения объемного расхода на жидкокристаллическом индикаторе (далее – ЖКИ)

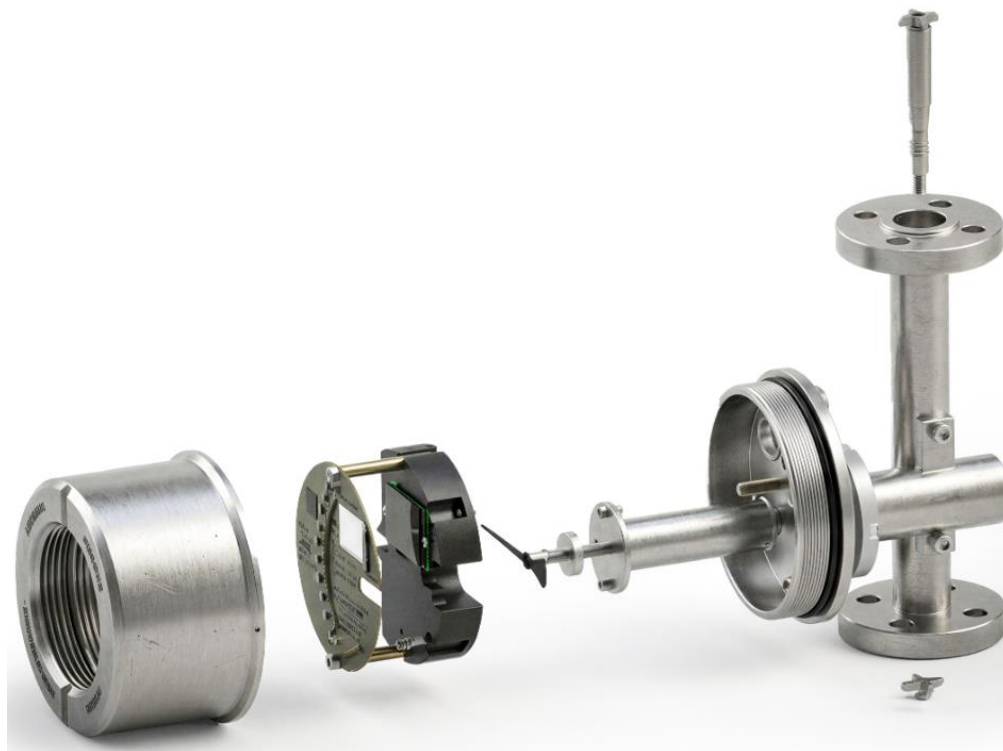


Рисунок 1 - Устройство

1.4.2 Принцип работы

Принцип действия основан на зависимости динамического равновесия поплавка, перемещающегося внутри измерительной трубки с измерительным кольцом, от расхода измеряемой среды. При отсутствии потока на поплавок действует только сила тяжести. Когда среда приходит в движение, на поплавок начинает воздействовать выталкивающая сила. Сила плавучести увеличивается до тех пор, пока силы тяжести и плавучести не станут равными. Положение поплавка в трубке, где силы равны, является эталоном для объемного расхода. Магнит поплавка взаимодействует с магнитом измерительной шкалы, происходит преобразование линейного перемещения поплавка в угловое. Для считывания показаний применяется шкала со стрелкой, электронный блок или ЖК-дисплей.



Рисунок 2 – Принцип работы

1.4.3 Функции регулятора перепада давления

1.4.3.1 Компенсация колебаний входного давления В реальных условиях давление перед ротаметром может меняться из-за: - работы насосов/компрессоров; - изменения расхода в параллельных ветвях; - включения/отключения потребителей. РПД поддерживает постоянный перепад на ротаметре, исключая «плавание» поплавка.

1.4.3.2 Сохранение линейности шкалы Ротаметр градуируется при определённом перепаде давления. Если перепад меняется: - нарушается пропорция между подъёмом поплавка и расходом; - возникают систематические погрешности. РПД фиксирует перепад, сохраняя точность градуировки.

1.4.3.3 Защита от перегрузок При резком скачке давления: - поплавков может удариться о верх трубки (риск повреждения). РПД ограничивает максимальный перепад, предотвращая аварии.

1.4.4 Ключевые функции учета вязкости

1.4.4.1 Корректная градуировка шкалы. Без учёта вязкости шкала ротаметра, откалиброванная на воде (низкая вязкость), будет давать серьёзные погрешности при измерении вязких жидкостей (масла, сиропы, смолы). Учёт вязкости позволяет построить точную зависимость «положение поплавка → расход» для конкретной среды.

1.4.4.2. Компенсация нелинейности характеристики. В вязких средах связь между расходом и подъёмом поплавка становится более нелинейной. Расчёт с учётом вязкости помогает скорректировать шкалу или алгоритм обработки сигнала.

1.4.4.3. Выбор оптимального размера и формы поплавка Для высоковязких сред применяют поплавки особой формы (например, с рёбрами или выемками), чтобы стабилизировать их движение. Вязкость учитывается при проектировании геометрии поплавка.

1.4.4.4. Определение минимального и максимального расхода. Вязкость ограничивает диапазон измерений: расчёт позволяет задать рабочие границы ротаметра для конкретной среды.

1.4.4.5. Коррекция температурной зависимости. Вязкость сильно меняется с температурой. Учёт этой зависимости позволяет:

- вводить температурные поправки в показания;
- выбирать материалы и конструкции, минимизирующие влияние температуры.

1.4.4.6. Оценка погрешности измерений. Без учёта вязкости систематическая погрешность может достигать десятков процентов.

1.4.4.7. Подбор материала поплавка и трубки. Для вязких сред важно минимизировать адгезию и налипание.

1.4.4.8. Расчёт времени отклика прибора. Вязкая среда замедляет движение поплавка. Учёт вязкости позволяет:

- определить время установления показаний;
- учесть инерционность при динамических измерениях.

1.4.4.9. Предотвращение заклинивания и засорения. В высоковязких или содержащих взвеси средах поплавков может застревать. Расчёт с учётом вязкости помогает:

- задать минимальный уклон трубки;
- предусмотреть промывочные каналы или вибрационные устройства.

1.5 Конструкция

1.5.1 Габаритные и установочные размеры ротаметров представлены на рисунках 3-5 и в приложении Г.

Вертикальное исполнение

Вертикальный ротаметр устанавливается строго вертикально (поток направлен снизу вверх). Это обязательное условие для корректной работы: поплавков поднимается под действием потока и опускается под действием силы тяжести. Шкала ротаметров в вертикальном исполнении калибруется с учетом гравитационного фактора. Зависит от плотности среды и типа измерительной системы «труба-поплавков». Диапазон таких версий шире благодаря естественному возвращению поплавка.



Рисунок 3 – Вертикальное исполнение

Горизонтальное исполнение

Когда монтажные условия не позволяют использовать вертикальное положение, существуют модели для установки в горизонтальном положении. Отсутствующее усилие силы тяжести поплавка ротаметра в этом случае возмещается действием демпфирующей пружины. Пружина создаёт противодействующую силу, возвращающую поплавок в начальную точку. Это усложняет конструкцию, но позволяет работать в горизонтальной плоскости. Некоторые модели допускают реверсивный поток. Пружина выполняет роль демпфера, снижая влияние вибраций на показания. Это делает его предпочтительным для условий с динамическими нагрузками.

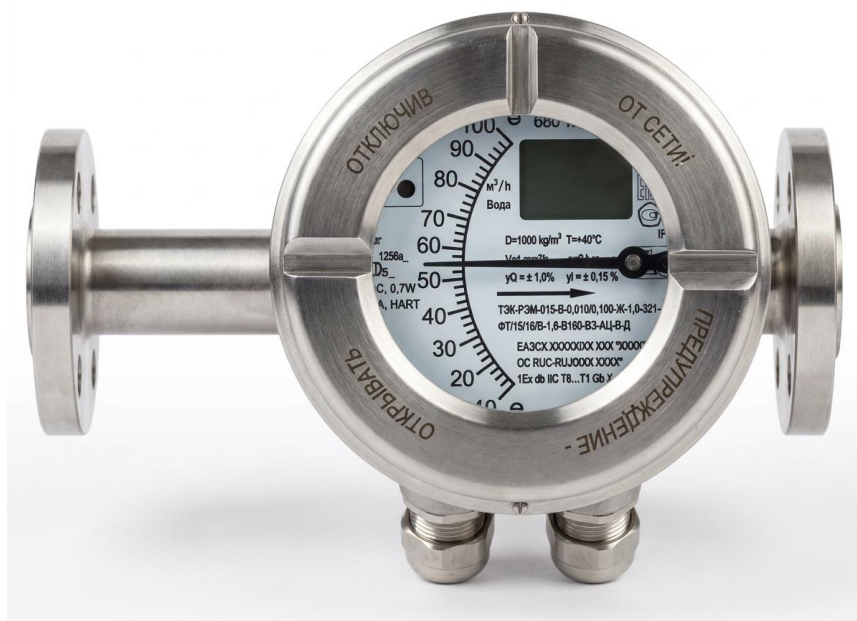


Рисунок 4 – Горизонтальное исполнение

Исполнение для малых расходов

Ротаметр малых размеров выпускается в вертикальном исполнении и применяется для измерения малых расходов от 1 л/ч. В сочетании с регулятором перепада давления ротаметр ТЭК-РЭМ для малых расходов обеспечивает постоянную величину расхода при изменяющемся входном или выходном давлении. Данные версии не требуют прямых участков трубопровода. Мембрана регулятора находится в состоянии равновесия, когда значения давления измеряемой среды и давления на выходе, а так же от перепада давления на регулирующем клапане ротаметра. Если на одной из сторон происходит изменение давления, встроенный мембранный клапан компенсирует давление, тем самым поддерживая заданную величину расхода неизменной. Важно: регулятор корректирует флуктуации давления только на входе или выходе. Значение давления на другой стороне должно быть стабильным.



Рисунок 5 – Исполнение для малых расходов

1.5.2 Детали ротаметров, соприкасающиеся с измеряемой средой, изготавливаются из стали 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, ХН65МВУ, 06ХН28МДТ по ГОСТ 5632, сплавов ВТ1-0, ВТ16 по ГОСТ 19807, фторопласта-4 по ГОСТ 10007 или иного материала по требованию заказчика. Допускается применение материалов AISI, аналогичных указанным выше, при условии выполнения требований ГОСТ Р 50.07.01.

1.5.3 Уплотнение между корпусом блока электронного и его крышкой обеспечивается резиновым кольцом.

1.5.4 Уплотнение кабелей производится резиновым сальниковым уплотнением.

1.5.5 Степень защиты корпусов блоков электронных ротаметров соответствует IP66/67 по ГОСТ 14254.

1.5.6 У ротаметров предусмотрены внутренний и внешний заземляющие зажимы и знак заземления, выполненные по ГОСТ 21130.

1.5.7 Конструкция корпусов ротаметров взрывозащищенного и невзрывозащищенного исполнений унифицированная.

1.5.8 Обеспечение взрывозащиты

1.5.8.1 Обеспечение взрывозащиты ротаметров с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»

Электрические элементы блока электронного ротаметра взрывозащищенного исполнения В (ВО) заключены во взрывонепроницаемую оболочку, выдерживающую давление внутреннего взрыва взрывоопасной смеси без передачи воспламенения во внешнюю взрывоопасную газовоздушную среду, окружающую оболочку. Взрывоустойчивость и взрывонепроницаемость оболочки блока электронного соответствует требованиям для электрооборудования подгруппы IIC по ГОСТ IEC 60079-1.

Параметры взрывонепроницаемых соединений: осевая длина резьбы, число полных неповрежденных витков зацепления резьбовых соединений соответствуют требованиям ГОСТ IEC 60079-1 для электрооборудования подгруппы IIC.

Смотровое окно корпуса блока электронного загерметизировано в металлическую оправу крышки оболочки блока электронного так, что составляет с крышкой нераздельное целое.

Конструкция ротаметров выполнена с учетом общих требований ГОСТ 31610.0 для электрооборудования, размещаемого во взрывоопасных зонах.

Механическая прочность оболочки электронного блока соответствует требованиям ГОСТ 31610.0 для электрооборудования II группы с высокой степенью опасности механических повреждений.

Конструкция и применяемые материалы, а также защитные и предупредительные меры, определенные настоящим РЭ, исключают возможность накопления и разряда статического электричества и обеспечивают фрикционную и электростатическую искробезопасность в соответствии с ГОСТ 31610.0.

На крышках блока электронного во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» выполнена надпись ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ! На корпусе блока электронного имеется маркировка взрывозащиты «1Ex db IIC T6...T1 Gb X».

Кабельные вводы корпуса блока электронного с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» специальные для бронированного кабеля в шлангах, трубопроводах, металлорукавах или для небронированного кабеля в шлангах, трубопроводах, металлорукавах, что определяется потребителем при заказе. Ротаметры комплектуются кабельными вводами и заглушками, которые обеспечивают необходимые вид и уровень взрывозащиты, соответствующую степень защиты оболочки по ГОСТ 14254, и действующий сертификат соответствия требованиям ТР ТС 012/2011.

1.5.8.2 Обеспечение взрывозащиты ротаметров с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь»

Обеспечение взрывозащищённости достигается за счет исполнения электрических цепей в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11, что исключает возникновение источника возгорания и не допускает воспламенения атмосферы перегретыми частями ротаметра.

Блок электронный включает в себя печатные платы из стеклотекстолита – плату измерения и плату индикации. Искробезопасные и неискробезопасные цепи на печатных платах разделены. Плата измерения защищена заливкой компаундом.

Искробезопасность цепей обеспечивается гальванической изоляцией цепей электропитания и выходных сигналов, ограничением величины выходного тока и заливкой компаундом платы измерения. Емкость и индуктивность электрических цепей установлены с учетом требований искробезопасности для электрооборудования подгруппы IIС по ГОСТ 31610.0. Резервирование защитных элементов для искробезопасных цепей уровня «Iа» выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11. Электрическая нагрузка элементов, обеспечивающих искрозащиту, не превышает 2/3 их номинальных значений в нормальном и аварийном режимах работы. Электрические зазоры, пути утечки и электрическая прочность изоляции ротаметров соответствуют требованиям ГОСТ 31610.0. Обеспечена защита от нарушения взрывозащиты в результате изменения полярности питания.

Максимальная рабочая температура измеряемой среды составляет 450 °С. Корпус блока электронного конструктивно отделен от первичного преобра-

зователя, внутри которого находится измеряемая среда. Максимальная температура наружной поверхности корпуса блока электронного соответствует температурному классу Т6 по ГОСТ 31610.0. Таким образом, температура наружных и внутренних поверхностей корпуса блока электронного не превышает рабочей температуры применяемых изоляционных материалов.

Размещение кабеля связи на объекте эксплуатации должно исключать его контакт с поверхностью, температура которой превышает установленную температурным классом Т6 по ГОСТ 31610.0.

Ротаметры во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» предназначены для работы с источником питания и другими электротехническими устройствами, имеющими искробезопасные электрические цепи по ГОСТ 31610.11 и искробезопасные параметры (уровень искробезопасной электрической цепи и подгруппу электрооборудования), соответствующие условиям применения ротаметров во взрывоопасной зоне.

Ротаметры во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» соответствуют уровню искробезопасной электрической цепи «ia» с следующими параметрами:

Входные искробезопасные параметры:

входное напряжение U_i , В	36, не более
входной ток I_i , мА	101, не более
входная мощность P_i , Вт	2,5, не более
внутренняя емкость C_i , пФ	6 200, не более
внутренняя индуктивность L_i , мкГн	0,066, не более

1.5.8.3 Обеспечение взрывозащиты ротаметров без блока электронного взрывозащищенного исполнения

Конструкция оборудования обеспечивает его безопасность, за счет следующих конструктивных и проектно-технических решений:

- конструкция и применяемые материалы, а также защитные и предупредительные меры, определенные настоящим РЭ, исключают возможность

накопления и разряда статического электричества и обеспечивают фрикционную и электростатическую искробезопасность в соответствии с ГОСТ 31610.0;

- зазоры между движущимися частями и выбор материалов исключают фрикционное трение подвижных частей, способное привести к возникновению искр;

- монтаж, эксплуатация и обслуживание оборудования должны производиться в строгом соответствии с требованиями настоящего РЭ.

Ротаметры комплектуются заглушками, которые обеспечивают необходимые вид и уровень взрывозащиты, соответствующую степень защиты оболочки по ГОСТ 14254 и действующий сертификат соответствия требованиям ТР ТС 012/2011.

1.5.8.4 Знак «Х» в маркировке взрывозащиты означает, что при эксплуатации необходимо соблюдать специальные условия:

- во взрывоопасных зонах потребитель обязан предусмотреть меры, исключающие возможность превышения максимальной температуры измеряемой среды. Зависимость температурного класса от максимальной температуры измеряемой среды приведена в таблице 7.

Таблица 7

Температурный класс по ГОСТ 31610.0	T6	T5	T4	T3	T2	T1
Максимальная температура измеряемой среды, °C	+ 80	+ 95	+ 130	+ 195	+ 290	+ 440

- взрывонепроницаемые соединения оболочек ротаметров не подлежат ремонту;

- подключение ротаметров с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» должно осуществляться через сертифицированные и допущенные к применению барьеры искрозащиты, имеющие маркировку, соответствующую применяемому оборудованию;

- ротаметры должны устанавливаться в соответствии с нормативными документами, регламентирующими правила по установке и обслуживанию оборудования для использования в потенциально взрывоопасных зонах (средах);

- монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ротаметров должны производиться в строгом соответствии с требованиями РЭ;

- монтаж, демонтаж и техническое обслуживание ротаметров необходимо проводить при отсутствии взрывоопасной среды.

1.6 Маркировка

1.6.1 Общие требования к маркировке по ГОСТ 18620, ГОСТ 14192.

1.6.2 Маркировка ротаметров содержит:

- наименование предприятия-изготовителя (не указывается при поставке на экспорт);

- наименование и условное обозначение ротаметра;

- параметры выходных сигналов;

- пределы допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода;

- пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования измеренного значения объемного расхода в выходной аналоговый сигнал;

- диапазон измерений объемного расхода;

- максимальное рабочее давление измеряемой среды;

- диапазон рабочей температуры измеряемой среды;

- градуировочное значение температуры измеряемой среды;

- градуировочное значение плотности измеряемой среды;

- градуировочное значение вязкости измеряемой среды;

- степень защиты корпуса по ГОСТ 14254;

- параметры электропитания;

- знак утверждения типа средства измерений;

- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;

- код KKS (при поставке на ОИАЭ);

- массу;

- дату изготовления.

1.6.3 Маркировка ротаметров во взрывозащищенном исполнении дополнительно содержит:

- а) единый знак обращения продукции на рынке государств - членов Таможенного союза;
- б) специальный знак взрывобезопасности согласно ТР ТС 012/2011;
- в) сокращенное наименование испытательной организации и номер сертификата соответствия;
- г) диапазон рабочей температуры окружающей среды;
- д) маркировку взрывозащиты:

- «0Ex ia IIC T6...T1 Ga X» – только для ротаметров исполнения по виду взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь»;

- «1Ex db IIC T6...T1 Gb X» – только для ротаметров исполнения по виду взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»;

- «II Gb IIC T6...T1 X» – только для ротаметров без блока электронного.

На крышке блока электронного ротаметра во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» выполнена надпись ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ – ОТКРЫВАТЬ, ОТКЛЮЧИВ ОТ СЕТИ!

1.6.4 На корпусе первичного преобразователя стрелкой указано направление движения измеряемой среды.

1.6.5 На корпусе ротаметра в месте крепления винта заземления нанесено условное обозначение «Земля».

1.6.6 При поставке ротаметра на АЭС условное обозначение дополнительно содержит литеру «А» (исполнение для АЭС) и класс безопасности по НП-001-15 или НП-022-17.

1.6.7 Маркировка наносится на корпус или на планку, изготовленную из стали 08Х18Н10 и прикрепляемую к корпусу винтами или заклепками. Маркировка наносится методом лазерной гравировки. Маркировка сохраняет четкость в течение всего срока службы.

1.6.8 Маркировка должна сохраняться в течение всего срока службы.

1.6.9 На транспортную тару по трафарету несмываемой черной краской нанесены основные, дополнительные и информационные надписи, а также манипуляционные знаки, имеющие значение: «Верх», «Хрупкое. Осторожно», «Береечь от влаги» по ГОСТ 14192.

1.7 Упаковка

1.7.1 Упаковка ротаметров производится в соответствии с документацией предприятия-изготовителя и обеспечивает сохранность при транспортировании и хранении в соответствии с разделами 5 и 6.

1.7.2 Категория упаковки КУ-3 по ГОСТ 23170. Вариант внутренней упаковки ВУ-6 по ГОСТ 9.014.

1.7.3 Составные части ротаметров укладываются в ящики.

1.7.4 Эксплуатационная документация упаковывается в пакеты из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354 с последующей герметизацией пакета и помещается вместе с одной из составных частей ротаметров в ящик.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ



- производить монтаж ротаметра в трубопровод, рабочее давление и/или температура в котором превышают максимальные установленные значения рабочего давления и/или температуру ротаметра;
- подключать ротаметр к источнику электропитания с выходным напряжением, отличающимся от указанного в настоящем РЭ;
- эксплуатация ротаметра, если повреждены составные части ротаметра и/или поплавков (вмятины, трещины, сильная коррозия, нарушено покрытие), отсутствует маркировочная табличка, отсутствует паспорт на ротаметр, имеются утечки измеряемой среды через соединения;
- эксплуатация ротаметра при снятой крышке блока электронного;
- производить монтаж ротаметра взрывозащищенного исполнения в незаземленный трубопровод. При отсутствии возможности провести заземление через стальные трубопроводы, ротаметр должен быть подключён через отдельные заземлённые линии;
- при наличии в месте установки ротаметра взрывоопасной смеси подвергать ротаметр трению или ударам, способным вызвать искрообразование;
- поднимать или перемещать ротаметр, удерживая его за отсчетное устройство. Ротаметр необходимо удерживать за корпус первичного преобразователя или соединительные фланцы.

2.1.1 В течение периода непрерывной работы (8000 ч) изделия эксплуатируются без местного обслуживания. В промежутках между указанными периодами допускается проведение регламентных работ.

2.1.2 Не допускается устанавливать ротаметры вблизи от сильных электромагнитных полей или оборудования, которое может воздействовать на магнитное поле изделия (расстояние не менее 1 м).

2.1.2.1 Учитывая принцип действия ротаметра, необходимо избегать применения ферромагнитных материалов на изделии или в непосредственной близости (менее 50 мм). Наличие таких материалов может вызвать сбой в работе и привести к ошибочным показаниям.

2.1.3 Ротаметры не должны подвергаться тяжелым механическим нагрузкам, таким как удары, изгибания, вибрация и так далее.

2.1.4 Ротаметр не содержит вредных веществ и компонентов, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды при эксплуатации, а также в процессе ремонта, окончания срока службы и при утилизации. Если ротаметр содержит остатки измеряемой среды, то необходимо придерживаться правил утилизации, предусмотренных для этой измеряемой среды.

2.1.5 Измеряемая среда не должна содержать загрязнений, не должна иметь тенденцию к выделению кристаллов.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 Источниками опасности при монтаже/демонтаже и эксплуатации ротаметра являются высокое давление и высокая температура измеряемой среды, агрессивные измеряемые среды. Перед монтажом/демонтажом ротаметра необходимо снизить давление в трубопроводе до атмосферного, остановить подачу измеряемой среды и осушить трубопровод.

2.2.1.2 Перед монтажом убедитесь, что материалы, из которых изготовлены детали, контактирующие с измеряемой средой, совместимы с ней и устойчивы к ее воздействию и воздействию окружающей среды. При выборе установочного материала (уплотнения, болты, шайбы и гайки), примите во внимание эксплуатационные условия. Пригодность уплотнения должна быть указана в отношении среды и ее испарений. Кроме того, убедитесь в том, что крепежные элементы имеют соответствующую коррозионную устойчивость.

2.2.1.3 При монтаже ротаметра необходимо руководствоваться действующими Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), ГОСТ 31610.11 и настоящим РЭ.

2.2.1.4 При технических осмотрах, не связанных с проверкой работоспособности, необходимо отключать электропитание ротаметра.

2.2.1.5 При проверке работоспособности ротаметра необходимо предусмотреть блокировку исполнительных механизмов во избежание их срабатывания.

2.2.1.6 Подключение кабелей связи должно проводиться только при выключенном электропитании.

2.2.1.7 При монтаже и эксплуатации ротаметра взрывозащищенного исполнения необходимо соблюдать следующие требования:

- перед монтажом обратить внимание на маркировку взрывозащиты, предупредительные надписи, состояние подключаемого кабеля связи;
- параметры линии связи должны соответствовать требованиям, указанным в п. 1.2.18;
- во избежание срабатывания предохранителей в блоке питания при случайном закорачивании соединительных проводов заделку кабеля связи и его подсоединение производить при отключенном электропитании;
- по окончании монтажа должно быть проверено электрическое сопротивление изоляции между электрическими цепями и корпусом ротаметра, которое должно быть не менее 100 МОм;
- проверка параметров взрывозащиты производится при отключенном напряжении электропитания, а электрическая прочность изоляции – вне взрывоопасной зоны. Настройка и регулировка ротаметра должна производиться при отсутствии взрывоопасной смеси.

2.2.1.8 Все работы по монтажу ротаметров должны быть завершены до подключения кабелей связи, которое нужно производить в последнюю очередь.

2.2.2 Распаковка и входной контроль ротаметра

2.2.2.1 Произвести распаковку с соблюдением следующих правил:

- а) убедиться в целостности тары путем внешнего осмотра. В зимнее время года распаковку проводить в отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Во избежание выпадения конденсата ящики следует открывать не менее чем через два часа после внесения их в помещение;
- б) вскрыть ящики;

в) проверить содержимое на соответствие сопроводительной документации;

г) произвести тщательный наружный осмотр изделий, при этом обратить внимание на:

- отсутствие повреждений корпусов и резьб;
- наличие всех крепежных элементов (болтов, гаек, шайб и так далее);
- наличие средств уплотнения (для кабелей связи и крышек);
- маркировку взрывозащиты и предупредительные надписи;
- наличие заземляющих устройств.

2.2.2.2 Провести проверку работоспособности ротаметра принудительным перемещением поплавка.

Ротаметр установить в рабочее положение. Ротаметр с блоком электронным подключить в соответствии со схемой приложения Д и включить. Выходной аналоговый сигнал контролировать калибратором многофункциональным портативным МЕТРАН 510-ПКМ (или аналогичный) в режиме измерений силы постоянного тока, выходной цифровой сигнал контролировать с помощью программы REM-конфигуратор. Выходные релейные сигналы ротаметра контролировать мультиметром цифровым в режиме прозвонки цепей.

Поплавок, находящийся во внутренней полости первичного преобразователя, плавно переместить снизу вверх до крайнего верхнего положения (в направлении, соответствующему увеличению расхода), а затем плавно опустить поплавок вниз до крайнего нижнего положения (в направлении, соответствующему уменьшению расхода).

При этом контролировать перемещение стрелки отсчетного устройства и изменение состояния выходных реле, для ротаметра с блоком электронным дополнительно контролировать изменение выходных сигналов по аналоговому и цифровому выходам, изменение измеренного значения на ЖКИ.

Результаты проверки считают положительными, если стрелка отсчетного устройства перемещалась в соответствии с перемещением поплавка; выходные реле изменяли свое состояние – при максимальном расходе реле должны быть включены, при отсутствии расхода – выключены; значения выходного сигнала по аналоговому и цифровому выходам и на ЖКИ при перемещении поплавка

вверх изменялись от минимального до максимального, при перемещении поплавка вниз – от максимального до минимального.

2.2.2.3 В случае повреждений тары или изделий, несоответствия содержания комплектности или спецификации заказа, отрицательных результатах проверки работоспособности следует составить акт и передать его на предприятие-изготовитель.

2.3 Порядок установки и монтаж

2.3.1 Общие указания

2.3.1.1 Пространственное положение ротаметра при монтаже – вертикальное или горизонтальное в соответствии с исполнением. Ротаметр должен устанавливаться на строго вертикальном участке трубопровода для стандартного исполнения В, либо на строго горизонтальном участке для ротаметра исполнения Г. Направление потока измеряемой среды в трубопроводе должно совпадать с направлением, указанным стрелкой на корпусе первичного преобразователя.

2.3.1.2 Место установки должно обеспечивать удобные условия для дальнейшего обслуживания и демонтажа. ЖКИ ротаметра должен находиться в месте, удобном для считывания данных оператором. Рекомендуется установить обводной трубопровод, что позволит при необходимости демонтировать ротаметр без остановки технологического процесса.

2.3.1.3 В месте установки ротаметра температура и относительная влажность окружающего воздуха не должны превышать установленных предельных значений. Рекомендуется предусмотреть защиту от попадания влаги на корпус отсчетного устройства ротаметра.

2.3.1.4 Регулирующие устройства должны устанавливаться после ротаметра. Устройства отключения устанавливать до ротаметра.

2.3.1.5 При линейном характере изменения потока измеряемой среды, как правило, не требуется установки отрезков входа и выхода потока. Следует избегать сужающихся отрезков перед ротаметром. В противном случае необходимо соблюсти минимальную длину прямолинейных не сужающихся участков

трубопровода перед и после ротаметра равной не менее пяти номинальных диаметров DN.

2.3.1.6 При монтаже ротаметра недопустима установка в месте напряжения трубопровода. Ротаметр не должен являться опорой трубопровода. При необходимости трубопровод следует установить на опоры.

2.3.1.7 В месте установки ротаметра должна отсутствовать сильная вибрация, высокая температура (выше установленных предельных значений) и сильные магнитные поля, поэтому не рекомендуется устанавливать изделие в непосредственной близости от трансформаторов, силовых агрегатов и других механизмов, создающих вибрацию и электромагнитные наводки.

2.3.1.8 При монтаже нескольких ротаметров на параллельных трубопроводах, соблюдать расстояние между их осями не менее 300 мм для исключения взаимной индукции. Ротаметры можно установить на меньшем расстоянии, при условии, что они будут смещены по вертикали на расстояние равное высоте изделия. Расстояние до других ферромагнитных материалов не должно быть меньше 200 мм. Возможна проверка на наличие помех – ротаметр поместить на выбранное место, плавно перемещать по вертикали вверх и вниз на расстояние 200 мм и контролировать отсутствие изменения положения стрелки отсчетного устройства.

2.3.1.9 Перед монтажом убедитесь, что:

- установочное место соответствует габаритным и присоединительным размерам, номинальный размер трубопровода должен соответствовать номинальному диаметру изделия;
- трубопровод пуст, чист и не находится под давлением, а изделие обеспечено. При необходимости продуйте или промойте ведущие к ротаметру трубы во избежание засорения изделия.

2.3.2 Монтаж ротаметра произвести в следующем порядке:

а) снять заглушки, предохраняющие внутренние полости первичного преобразователя ротаметра от попадания пыли и посторонних предметов при транспортировании и хранении, и проверить изделие на отсутствие посторонних предметов во внутренней полости;

б) установить ротаметр на трубопровод таким образом, чтобы направление стрелки на его корпусе соответствовало направлению потока. Ротаметр с

горизонтальным направлением потока должен монтироваться в трубопровод таким образом, чтобы дисплей располагался на боковой поверхности первичного преобразователя;

в) для монтажа ротаметра с фланцевым присоединением:

- продеть по два болта через отверстия ответных фланцев на трубопроводе и фланцы ротаметра, закрутить гайки, не затягивая их;

- между фланцами установить прокладку, убедиться, что прокладка не выступает во внутреннюю полость трубопровода. Уплотнения должны быть пригодны для использования с измеряемой средой при рабочем давлении и рабочей температуре;

- продеть остальные болты через отверстия этой пары фланцев, закрутить гайки, не затягивая их;

- установить между второй парой фланцев прокладку, убедиться, что прокладка не выступает во внутреннюю полость трубопровода;

- продеть остальные болты через отверстия этой пары фланцев, закрутить гайки, не затягивая их;

- затяжка фланцевых соединений должна производиться постепенно, попеременным крест-накрест подтягиванием гаек с целью исключения перекосов. Окончательная затяжка фланцевого соединения должна осуществляться специальным гаечным ключом (динамометрический (моментный) ключ), позволяющим контролировать степень затяжки (момент затяжки) в соответствии с нормативами для данного вида для резьбового соединения;

г) для монтажа ротаметра с резьбовым присоединением штуцер ротаметра установить в резьбовой втулке, закрутить, затянуть специальным гаечным ключом (динамометрический (моментный) ключ), позволяющим контролировать степень затяжки (момент затяжки) в соответствии с нормативами для данного вида для резьбового соединения;

д) провести проверку трубопровода на наличие вибраций или колебаний ротаметра и, при их наличии, устранить;

е) после установки проверить место соединения на герметичность при максимальном рабочем давлении.

2.3.3 Электрическое подключение ротаметра произвести в следующем порядке:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Перед началом работ убедиться в отсутствии питающего напряжения в линии.

- а) открутить крышку корпуса блока электронного;
- б) ослабить кабельный ввод и пропустить кабель через кабельный ввод в корпус блока электронного. К системе верхнего уровня ротаметр присоединяется кабелем связи через кабельный ввод с сальниковым уплотнением. При монтаже следует обратить внимание на то, что наружный диаметр кабеля должен соответствовать применяемому кабельному вводу;
- в) протянуть кабель на достаточную длину для зачистки и подключения кабеля;
- г) снять изоляцию с кабеля и зачистить провода, на длину от 4 до 6 мм и подключить к клеммному блоку ротаметра. Жилы проводов должны быть зачищены и закреплены к клеммам таким образом, чтобы исключалось их замыкание между собой или на корпус. Схемы электрических подключений ротаметра представлены в приложении Д;
- д) проверить надежность крепления проводов, слегка потянув за них;
- е) уложить провода кабеля так чтобы исключить их повреждение;
- ж) произвести внешнее заземление устройства – к заземляющему винту ротаметра (на внешней стороне корпуса) подсоединить провод заземления объекта;
- з) закрутить крышку корпуса блока электронного;

Примечание – Перед вводом кабеля в кабельный ввод ротаметра рекомендуется выполнить каплеуловительную петлю из кабеля (рисунок 6), что исключит попадание влаги в кабельный ввод. Нижняя часть петли должна быть ниже уровня кабельного ввода корпуса. Данная рекомендация применима, прежде всего, при монтаже на открытом воздухе или в помещениях с повышенной влажностью.



Рисунок 6 – Присоединение кабеля к прибору

и) сальниковое уплотнение затянуть нажимной гайкой, обеспечив герметичность ввода кабеля в корпус. Кабель не должен свободно перемещаться и проворачиваться в узле уплотнения. Нажимную гайку после монтажа стопорить грунтовкой. При использовании кабеля в металлорукаве закрепить рукав с помощью фиксатора кабельного ввода.

Неиспользуемые кабельные вводы (в том числе и в ротаметрах без блока электронного) должны быть закрыты заглушками.

2.4 Использование изделия

2.4.1 Для начала эксплуатации ротаметра:

- медленно открыть входной кран до конца, отрегулировать поток с помощью выходного регулировочного крана. Для прекращения использования медленно закройте входной кран, а после этого – регулировочный. При запуске следует избегать гидравлического удара, который может вывести ротаметр из строя или значительно ухудшить результаты измерений – краны открывать плавно, рабочее давление повышать медленно;

- включить источник электропитания ротаметра и дождаться загрузки программы;

- после загрузки программы, ротаметр перейдет в режим отображения и формирования выходных сигналов на токовом и/или цифровом выходах.

2.4.2 В процессе эксплуатации ротаметр не требует непосредственного обслуживания.

2.4.3 Значения выходных сигналов при эксплуатации должны соответствовать значениям, указанным в п. 1.2.6 в зависимости от исполнения.

2.4.4 Реле настроены в соответствии с параметрами, указанными при заказе. При отсутствии указаний заводские настройки значения уставок составляют 20 и 70 % верхнего предела измерений объемного расхода, значение уставки дифференциала составляет 5 % верхнего предела измерений объемного расхода.

2.4.5 При необходимости выполнить конфигурирование ротаметра с помощью программы REM-конфигуратор.

2.4.6 Ротаметр обеспечивает непрерывное проведение самодиагностики технического состояния с выдачей сигнала о неисправности в байте состояния по цифровому интерфейсу, отображением на индикаторе сообщения о неисправности и в виде выходного аналогового сигнала более 21 мА или менее 3,8 мА.

2.4.7 Если произошло загрязнение измеряемой среды, то необходимо немедленно очистить трубопровод и ротаметр. Для этого демонтировать ротаметр с трубопровода, очистить от загрязнений внутреннюю полость первичного пре-

образователя и поплавков, промыть трубопровод и установить всё в прежнее положение согласно рекомендациям настоящего РЭ.

2.4.8 Ротаметры, используемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию, и периодической поверке – в процессе эксплуатации, а также после ремонта. Ротаметры, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут подвергаться поверке в добровольном порядке.

2.5 Возможные неисправности и методы их устранения

2.5.1 Возможные неисправности ротаметров приведены в таблице 8.

Таблица 8

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
Выходные сигналы отсутствуют	Отсутствует напряжение электропитания Обрыв или замыкание цепей в подключенном к указателю кабеле Ослабление крепления жил проводов подключенного кабеля в клеммных зажимах ротаметра, отсутствует контакт Ротаметр неисправен	Проверить наличие электропитания Устранить повреждения цепей в подключенном кабеле Подтянуть крепление жил проводов кабеля в клеммных зажимах Заменить ротаметр
Выходные сигналы не изменяют своего значения или не соответствует действительному значению уровня	Поплавков и/или внутренняя полость первичного преобразователя ротаметра загрязнены Ротаметр неисправен	Устранить загрязнение Заменить ротаметр
Стрелка отсчетного устройства не изменяет свое положение при изменении силы потока	Застревание стрелки Поплавков и/или внутренняя полость первичного преобразователя ротаметра загрязнены Ротаметр неисправен	Снять крышку блока электронного, осторожно потрогать стрелку Устранить загрязнение Заменить ротаметр
Отсутствуют показания на дисплее	Неисправен ЖКИ	Заменить ЖКИ
Ток потребления более 21 мА или менее 3,8 мА	Ротаметр диагностирует неисправность	Заменить ротаметр

2.5.2 Предельным состоянием ротаметра считают:

- наличие механических повреждений, приводящих к потере герметичности и/или работоспособности;
- необратимое разрушение составных частей, вызванное коррозией, эрозией и старением материалов;

- достижение назначенных показателей.

Отказом ротаметра считают несоответствие выходных сигналов действительным значениям измеряемой среды, диагностирование неисправного состояния.

2.6 Меры безопасности при эксплуатации

2.6.1 Источниками опасности при эксплуатации ротаметров являются избыточное давление, повышенная температура и токсичность измеряемой среды. Безопасность эксплуатации обеспечивается герметичностью монтажа ротаметра на трубопроводе и надежностью его крепления.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

эксплуатация ротаметра при нарушении герметичности уплотнений.

2.6.2 Перед подключением ротаметра взрывозащищенного исполнения к источнику электропитания проверить надежность заземления.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ

эксплуатация ротаметра взрывозащищенного исполнения при нарушении целостности заземления.

2.6.3 Действия в экстремальных ситуациях

2.6.3.1 Материалы и покрытия, применяемые при изготовлении ротаметра, не могут быть источником пожара и не поддерживают горение.

2.6.3.2 При соблюдении правил эксплуатации, приведенных в настоящем РЭ, ротаметры не могут быть источником возникновения аварийной ситуации.

2.6.3.3 При возникновении экстремальных ситуаций при эксплуатации ротаметра, например, при превышении максимального рабочего давления, необходимо действовать согласно инструкциям, принятым в эксплуатирующей организации.

2.6.3.4 При эксплуатации ротаметра все действия, совершаемые с ротаметром или его составными частями (прием-передача изделия при эксплуата-

ции, сведения о хранении, консервации и расконсервации, периодическом контроле основных технических характеристик, неисправностях при эксплуатации) необходимо вносить в соответствующие разделы паспорта.

3 Техническое обслуживание изделия

3.1 Надежность и правильность работы ротаметров может быть обеспечена при условии его эксплуатации согласно настоящему РЭ.

3.2 Ротаметры обеспечивают возможность непрерывной работы периодами по 8000 ч без непосредственного местного обслуживания и контроля. В промежутках между указанными периодами проводятся регламентные работы в объеме, указанном в настоящем РЭ.

3.3 К техническому обслуживанию ротаметров допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные правилам техники безопасности и изучившие инструкцию по технике безопасности, утвержденную в установленном порядке руководством эксплуатационных служб, и изучившие настоящее РЭ.

3.4 Меры безопасности

3.1.1 Перед проведением технического обслуживания внешним осмотром проверить герметичность ротаметров.

3.1.2 Перед началом работ по техническому обслуживанию отключить источник электропитания ротаметра. Защитное заземление корпуса изделия не отключать.

3.5 Порядок технического обслуживания изделия

3.1.3 Техническое обслуживание при хранении включает в себя учет времени хранения и соблюдение правил хранения в соответствии с требованиями, указанными в разделе 5.

3.1.4 Во время эксплуатации ротаметра периодически проводятся регламентные работы с целью обеспечения его нормального функционирования в течение назначенного срока службы.

3.1.5 Виды регламентных работ приведены в таблице 9.

Таблица 9

Наименование проводимых работ	Примечание
Внешний осмотр	0,03 чел./ч
Удаление внешних загрязнений	0,05 чел./ч
Проверка наличия крепежных деталей	0,02 чел./ч
Очистка разъемов	0,1 чел./ч
Проверка состояния наружного заземления составных частей	0,1 чел./ч
Проверка работоспособности	0,1 чел./ч

3.1.6 При проведении внешнего осмотра проверяют:

- отсутствие механических повреждений;
- целостность кабелей связи (отсутствие видимых резких загибов, замыканий, которые могут привести к нарушению целостности электрических цепей и их изоляции);
- четкость маркировки и ее соответствие требованиям п. 1.6;
- правильность оформления паспорта (в разделе изменений, если они имеются, должны быть сделаны соответствующие записи).

3.1.7 Удаление внешних загрязнений, при необходимости, проводится с помощью ветоши, щетки или кисти специальными моющими растворами (вода с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ) от 0,1 до 0,5 %), растворами уксусной или щавелевой кислоты, полученные растворением 100 г кислоты в 10 л воды.

Допускается использовать другие средства, применение которых предусмотрено нормативно-техническими документами, действующими в условиях заказа.

3.1.8 Проверка наличия крепежных деталей осуществляется внешним осмотром. При необходимости крепления подтянуть.

3.1.9 Проверка крепления кабелей ротаметра выполняется в следующей последовательности:

- отключить электропитание;
- снять крышку;
- проверить надежность крепления проводов, слегка потянув за них;
- установить крышку.

3.1.10 Состояние наружного заземления проверить внешним осмотром: заземляющие винты должны быть затянутыми, место присоединения заземляющего проводника должно быть тщательно зачищено. При необходимости заземляющие винты и место присоединения заземляющего проводника очистить и смазать консистентной смазкой.

3.1.11 Проверку работоспособности провести по п. 2.2.2.2.

4 Консервация (расконсервация, переконсервация)

4.1 Ротаметры подлежат поставке потребителю без проведения консервации. Консервация составных частей ротаметров проводится только при поставке ротаметров с приемкой РМРС, на экспорт и по специальному требованию потребителя в соответствии с условиями договора поставки.

4.2 Консервация составных частей ротаметров производится с помощью статического осушения воздуха с применением чехлов из полимерных пленок с размещением в них силикагеля по ГОСТ 3956. Вариант защиты ВЗ-10 в соответствии с ГОСТ 9.014.

4.3 Методы и средства консервации и упаковки обеспечивают сохранность составных частей ротаметров в течение гарантийного срока хранения без переконсервации.

4.4 Переконсервация составных частей ротаметров, законсервированных по варианту ВЗ-10, заключается в частичном вскрытии внутренней упаковки и замене осушителя с последующей герметизацией внутренней упаковки.

4.5 Расконсервация составных частей ротаметров, законсервированных по варианту защиты ВЗ-10, заключается в разгерметизации тары, удалении изоляционных тканей, снятии полимерного чехла и удалении мешочков с силикагелем.

5 Хранение

5.1 Составные части ротаметров следует хранить под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе.

5.2 Гарантийный срок эксплуатации составляет 24 месяца с момента установки на действующем объекте в пределах гарантийного срока хранения, или иной срок, в соответствии с договором поставки.

Гарантийный срок эксплуатации ротаметров экспортного исполнения составляет
12 месяцев.

Гарантийный срок эксплуатации ротаметров, предназначенных для эксплуатации на ОИАЭ, составляет 36 месяцев с момента установки на действующем объекте в пределах гарантийного срока хранения.

5.3 Составные части ротаметров на складе должны размещаться комплектно. Товаросопроводительная и эксплуатационная документация должна храниться вместе с изделиями.

5.4 Гарантийный срок хранения изделий составляет 36 месяцев с даты изготовления, или иной срок, в соответствии с договором поставки.

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

5.6 В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель производит безвозмездную замену отказавших изделий.

6 Транспортирование

6.1 Транспортирование ротаметров в упаковке предприятия-изготовителя осуществляется в крытом транспорте любого вида, в том числе и на самолетах.

6.2 При перевозке ящиков с ротаметрами в контейнерах способ укладки ящиков должен исключать возможность их перемещения внутри контейнера.

Приложение А

Указания по оформлению заказа

Формирование кода заказа на ротаметр металлический ТЭК-РЭМ-

050 - В - 0,6/6,0 - Ж - 1,0 - 321 - ФТ / 50/16/В - 1,0 - В160 - АЦ - В - О - А - 4Н ГРВТ.407273.001 ТУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

1 Типоразмер (в соответствии с таблицей 1 или 2)

010	DN 10 мм
015	DN 15 мм
025	DN 25 мм
040	DN 40 мм
050	DN 50 мм
080	DN 80 мм
100	DN 100 мм
150	DN 150 мм

2 Исполнение ротаметра

В	вертикальное размещение (стандартное исполнение)
Г	горизонтальное размещение (невозможно для ротаметров с видом взрыво-защиты В)

3 Диапазон измерений объемного расхода, м³/ч

Q _{мин} /Q _{макс}	диапазон измерений объемного расхода (в соответствии с таблицей 1 или 2)
Х	специальное исполнение (указать вне кода заказа)

4 Параметры измеряемой среды*

Ж	жидкость
Г	газ

5 Класс точности

1,0	пределы допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода ± 1,0 %
1,5	пределы допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода ± 1,5 %

* Ротаметры в заводских условиях калибруются на стандартные условия:

- жидкость – вода при температуре 20 °С; плотность 1000 кг/м³;
- газ – воздух при температуре 20 °С и давлении 0,1013 МПа, плотность 1,204 кг/м³.

В ином случае характеристики среды (плотность, вязкость, рабочую температуру, рабочее давление) необходимо указать вне кода заказа.

2,5	пределы допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода $\pm 2,5 \%$
4,0	пределы допускаемой приведенной погрешности измерений объемного расхода $\pm 4,0 \%$

6 Материал проточной части

321	сталь 12X18H10T
316	сталь 10X17H13M2T
276	сталь ХН65МВУ
943	сталь 06ХН28МДТ
BT1	титановый сплав BT1-0
321Ф*	сталь 12X18H10T с покрытием
Ф4*	фторопласт-4
X	специальное исполнение (указать вне кода заказа)

7 Тип подключения к процессу

ФС	фланцевое по ГОСТ 12815-80
ФТ	фланцевое по ГОСТ 33259-2015
ФЕ	фланцевое по DIN EN1092-1
ФД	фланцевое по DIN 2526
ФА	фланцевое по ANSI/ASME B16.5
СС	свободный фланец по ГОСТ 12815-80
СТ	свободный фланец по ГОСТ 33259-2015
СЕ	свободный фланец по DIN EN1092-1
СД	свободный фланец по DIN 2526
СА	свободный фланец по ANSI/ASME B16.5
НМ	резьбовое, наружная метрическая резьба
НТ	резьбовое, наружная трубная цилиндрическая резьба G
НК	резьбовое, наружная коническая дюймовая резьба NPT
ГМ	накидная гайка, метрическая резьба
ГТ	накидная гайка, трубная цилиндрическая резьба G
СВ	патрубок под приварку
X	специальное исполнение (указать вне кода заказа)

8 Параметры подключения к процессу

- для фланцевых соединений

XX/XX/XX номинальный диаметр/номинальное давление/исполнение уплотнительной поверхности

Пример – 50/16/В

- для резьбовых соединений

XX размер и шаг резьбы

Пример – 27x1,5

- для приварных соединений

XX наружный диаметр в миллиметрах или дюймах

Пример – 50; 2"

9 Максимальное рабочее давление, МПа

выбирается из ряда 0,25; 0,40; 0,60; 1,00; 1,60; 4,00; 6,30; 10,00; 16,00; 25,00; 32,00; 40,00

10 Диапазон рабочей температуры измеряемой среды

B160	от - 60 до + 160 °С
B250**	от - 80 до + 250 °С
B450**	от - 60 до + 450 °С
M196**	от - 196 до + 100 °С
X	специальное исполнение (указать вне кода заказа)

11 Вид выходного сигнала

АЦ	аналоговый выходной сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА с дополнительным цифровым выходным сигналом по интерфейсу BELL-202 с протоколом обмена по стандарту HART
ЦС	цифровой выходной сигнал по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU
РА	цифровой выходной сигнал по стандарту IEC 61158-2 с протоколом информационного обмена Profibus PA
FF	цифровой выходной сигнал по стандарту IEC 61158-2 с протоколом информационного обмена Fieldbus Foundation
О	блок электронный отсутствует

12 Наличие и вид взрывозащиты

И	искробезопасная электрическая цепь («0Ex ia IIC T6...T1 Ga X»)
В (ВО)	взрывонепроницаемая оболочка («1Ex db IIC T6...T1 Gb X»; для ротаметров без блока электронного – «II Gb IIC T6...T1 X»)
О	невзрывозащищенного исполнения

13 Наличие демпфера

Д	наличие демпфера
О	демпфер отсутствует

14 Вид приемки (применяемость)

М	для применения на кораблях и судах (при заказе изделия, изготавливаемого под контролем РМРС)
А	для применения на ОИАЭ (при заказе изделия, изготавливаемого для поставки на ОИАЭ)
О	с приемкой отдела технического контроля (ОТК)

* Невозможно для ротаметров с горизонтальным размещением.

** Невозможно для ротаметров с материалом проточной части исполнения Ф4.

15 Класс безопасности по НП-001-15 или НП-022-17
(поле заполняется при заказе изделия для поставки на ОИАЭ)

2Н, 2НУ, 3Н, 3НУ, 4, 4Н

Альтернативная кодировка ротаметра

Возможная конфигурация при заказе

Ротаметр поплавкового типа ТЭК-РЭМ-
B1-10-1-1,0-ФС-50/16/B4-1-I-2-H-2501-0-0-УХЛ1-Р

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

1 Исполнение ротаметра

B1 Вертикальный круглый, поток снизу вверх
B2 Вертикальный квадратный из алюминия, поток
снизу вверх
B3 Вертикальный круглый, с защитным демпфе-
ром, поток снизу вверх
B4 Вертикальный квадратный из алюминия с
демпфером, поток снизу вверх
M1 Малогабаритный вертикальный, без вентилей
поток снизу вверх
M2 Малогабаритный вертикальный, вентиль снизу
поток снизу вверх
L1 Горизонтальный круглый, поток слева направо
R1 Горизонтальный круглый, поток справа налево
U1 Круглый корпус, поток сверху вниз
L2 Горизонтальный квадратный, поток слева
направо
R2 Горизонтальный квадратный, поток справа
налево
U2 Квадратный корпус, поток сверху вниз

2 Номинальный диаметр, материал (выбрать из таблицы материалов)

5* 5 мм
10* 10 мм
15* 15 мм
25* 25 мм
40* 40 мм
50* 50 мм
80* 80 мм
100* 100 мм
150* 150 мм

3 Диапазон измерений воды при нормальных условиях, материал

Указать необходимый код из таблицы значений измерений расхода. Корректная и полная кодировка заполняется при подборе прибора, исходя из данных опросного листа, расширенный перечень диапазонов расхода по воде для конкретного поплавка можно запросить у отдела продаж.

4 Погрешность измерения

1,0 ±1,0%
1,6 ±1,5%
2,5 ±2,5%
4,0 ±4,0%

5 Тип подключения к процессу

ФС фланцевое по ГОСТ 12815-80
ФТ фланцевое по ГОСТ 33259-2015

ФЕ фланцевое по DIN EN1092-1
ФД фланцевое по DIN 2526
ФА фланцевое по ANSI/ASME B16.5
СС свободный фланец по ГОСТ 12815-80
СТ свободный фланец по ГОСТ 33259-2015
СЕ свободный фланец по DIN EN1092-1
СД свободный фланец по DIN 2526
СА свободный фланец по ANSI/ASME B16.5
НМ резьбовое, наружная метрическая резьба
НТ резьбовое, наружная трубная цилиндрическая
резьба G
НК резьбовое, наружная коническая дюймовая
резьба NPT
ВМ резьбовое, внутренняя метрическая резьба
ВТ резьбовое, внутренняя трубная резьба G
ВК резьбовое, внутренняя коническая резьба NPT
ГМ накидная гайка, метрическая резьба
ГТ накидная гайка, трубная резьба G
ГК накидная гайка, коническая резьба NPT
ТК быстросъемное хомутовое зажимное TriClamp
(трикламп) DIN 32676
СВ патрубок под приварку

6 Параметры подключения к процессу

Для фланцевых соединений (пример – 50/16/B):

XX / номинальный диаметр
XX / номинальное давление
XX* исполнение уплотнительной поверхности (код материала из таблицы)
XX* Для резьбовых соединений (пример – 27x1,5; 1"): размер и шаг резьбы (код материала из таблицы)
XX* Для приварных соединений (пример – 50; 2"): наружный диаметр в мм или дюймах (код материала из таблицы)

7 Исполнение показывающего элемента

1 стандартная шкала (градуируется по единице измерения заказчика)
2 двойная шкала
3 стандартная шкала (градуируется по единице измерения заказчика) с ЖК-дисплеем
4 двойная шкала с ЖК-дисплеем
5 шкала для малогабаритного корпуса для низких расходов (градуируется по единице измерения заказчика)

Ротаметр поплавкового типа ТЭК-РЭМ

8 Наличие и вид взрывозащиты

- O общепромышленное исполнение
I искробезопасная цепь 0Ex ia IIC T6...T1 Ga X
D взрывонепроницаемая оболочка 1Ex db IIC T6..
T1 Gb X (недоступна для типов корпуса M1, M2)
B для ротаметров без блока электронного II Gb
IIC T6...T1 X

9 Электропитание

- 0 без электронного блока;
2 напряжение постоянного тока от 14 до 36 В,
двухпроводная модификация с ТЭК-ВП для
напряжения питания переменного тока 220В /
частота 50Гц/60Гц;
3 напряжение постоянного тока от 14 до 36 В,
двухпроводная модификация
X по запросу

10 Вид выходного сигнала

- O блок электронный отсутствует
H аналоговый от 4 до 20мА +BELL-202 с HART
M цифровой RS-485 с Modbus RTU
R аналоговый от 4 до 20мА + BELL-202 с HART с
двумя дополнительными релейными выходами
F аналоговый от 4 до 20мА +цифровой
Foundation Fieldbus
P аналоговый от 4 до 20мА +цифровой Profibus
PB
X по запросу

11 Температура и макс. давление среды

- 1601 -60...+160, 1,6 МПа
1602 -60...+160, 2,5 МПа
1604 -60...+160, 4 МПа
1606 -60...+160, 6,3 МПа
1610 -60...+160, 10 МПа
1616 -60...+160, 16 МПа
1625 -60...+160, 25 МПа
1632 -60...+160, 32 МПа
1640 -60...+160, 40 МПа
2501 -80...+250°C, 1,6 МПа
2502 -80...+250°C, 2,5 МПа
2504 -80...+250°C, 4 МПа
2506 -80...+250°C, 6,3 МПа
2510 -80...+250°C, 10 МПа
2516 -80...+250°C, 16 МПа
2525 -80...+250°C, 25 МПа
2532 -80...+250°C, 32 МПа
2540 -80...+250°C, 40 МПа
1901 -196...+100°C, 1,6 МПа
1902 -196...+100°C, 2,5 МПа
1904 -196...+100°C, 4 МПа
1906 -196...+100°C, 6,3 МПа
1910 -196...+100°C, 10 МПа

- 1916 -196...+100°C, 16 МПа
1925 -196...+100°C, 25 МПа
1932 -196...+100°C, 32 МПа
1940 -196...+100°C, 40 МПа
3501 -60...+350°C, 1,6 МПа
3502 -60...+350°C, 2,5 МПа
3504 -60...+350°C, 4 МПа
3506 -60...+350°C, 6,3 МПа
3510 -60...+350°C, 10 МПа
3516 -60...+350°C, 16 МПа
3525 -60...+350°C, 25 МПа
3532 -60...+350°C, 32 МПа
3540 -60...+350°C, 40 МПа

12 Обогрев / Охлаждение

- O обогрев и охлаждение теплоносителем отсут-
ствует;
H обогрев теплоносителем, код заказа подклю-
чения обогрева по аналогии с пунктами 5 и 6
F охлаждение теплоносителем, код заказа под-
ключения по аналогии с пунктами 5 и 6

13 Поверка/Вид приёмки (применяемость)/ Калибровка массового расхода/Калибровка плотности

- O градуировка расхода по 5 точкам, первичная повер-
ка, приемка ОТК;
1 градуировка расхода по 10 точкам, первичная
поверка. Приемка ОТК
2 градуировка расхода по 10 точкам, первичная
поверка. Приемка под техническим наблюдением
РМРС
A градуировка расхода по 5 точкам, первичная
поверка. Приемка для применения на ОАЭ (для
изделий, предназначенных для поставки на ОИАЭ)
спец. исполнение (указать вне кода заказа)
*Указать выбранный класс безопасности A2H, A2HУ,
A3H, A3HУ, A4H
XX

14 Климатические факторы внешней сре- ды места эксплуатации по ГОСТ
указать необходимый класс из перечня: УХЛ1; ОМ;
УХЛ; О**15 Дополнительные сертификаты постав- ляемые в комплекте поставки**

- O дополнительные сертификаты на материалы
и испытания не требуются;
P протоколы приемо-сдаточных испытаний (в
соответствии с методикой испытаний по ТУ)
N NACE MR - подтверждение сторонней ак-
кредитованной лабораторией возможность
применения оборудования с сероводородо-
содержащей средой;

- М** сертификаты на материалы, используемые при изготовлении прибора по аналогии с EN 10204
- Н** заключение аккредитованной лаборатории по анализу химического состава используемых материалов
- W** заключение аттестованной лаборатории неразрушающего контроля о качестве сварных соединений

ВНИМАНИЕ!

Точная кодировка заказа прибора зависит от параметров среды и условий процесса

Тип кабельных вводов, дополнительная комплектация, диапазон измерения указывается вне кода заказа. Диапазон измерений шкалы указывается после расчёта прибора.

Таблица материалов для ротаметров серии ТЭК-РЭМ

Код материала	Описание материала	Код материала	Описание материала
S	12X18H10T/316/316L/304/312/321- по умолчанию на усмотрение изготовителя	G	терморасширенный графит ТРГ
1	AISI321, 12X18H10T	L	алюминий
2	AISI276, стали XH65MBY, Hastelloy C-276	N	тантал ТН-1
4	AISI304, AISI304L 08X18H10	T	BT1-0 — Титановый сплав BT1-0
6	AISI316, AISI316L, 08X17H15M3T, 03X17H14M3, 08X17H13M2	R	Rubber резина
7	AISI 316Ti, 10X17H13M2T	E	эластомер EPDM
8	ст.20/09Г2С	P	PTFE фторопласт 4 (Политетрафторэтилен)
9	AISI904L, 06XH28МДТ по ГОСТ 5632	V	PVDF, фторопласт-2М(Поливинилиденфторид), ECTFE (Этилен-хлортрифторэтилен)
D	супердуплекс - UNS S32205 (Duplex 2205), UNS S32750 (Super Duplex 2507), UNS S32760 (Super Duplex Zeron 100)	K	фторкаучук FKM
C	керамика	F	перфторкаучук FFKM
		A	PFA (фторопласт-50)
		X	специальное исполнение

ВНИМАНИЕ!

При использовании фторопластирования, указывается два материала (пример: 6P)

Приложение Б

Протокол информационного обмена по интерфейсу RS-485

Устройство для связи через последовательный порт использует протокол связи Modbus фирмы GouldModicon.

Реализованы следующие функции:

- функция 1: получение текущего состояния одной или нескольких логических ячеек;
- функция 3: получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения;
- функция 4: получение текущего значения одного или нескольких входных регистров;
- функция 5: изменение логической ячейки в состояние ON или OFF;
- функция 16: запись нескольких регистров хранения.

Режим передачи последовательного канала – 8, N, 1. Скорость обмена – 19200 б/с.

Форматы представления параметров в устройстве

В устройстве приняты следующие форматы для представления чисел:

а) UINT – 16-битное целое число, например 0x5412\$. Формат представления параметров UINT согласно таблице Б.1.

Таблица Б.1

Старший байт регистра	Младший байт регистра
0x54	0x12

б) SWFLOAT – 32-битное число с плавающей точкой одинарной точности. Формат представления параметров SWFLOAT согласно таблице Б.2.

Число типа S EEEEEEEE EAAAAAAAA BBBB BBBB CCCCCCCC

S – знаковый бит,

E – экспонента 8 бит,

ABC – мантисса 23 бита

Таблица Б.2

Регистр (N)		Регистр (N+1)	
Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
BBBBBBB	CCCCCCC	EEEEEEEE	EAAAAAAAA

Функция 3: Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения

Запрос

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных регистров хранения адресуемого SL. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Регистры нумеруются с нуля.

Широковещательный режим не допускается.

В таблице Б.3 представлен пример запроса на чтение регистров 40001-40002 из SL с адресом 5.

Таблица Б.3

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
5	3	0	0	0	2	197	143

Ответ

Адресуемый SL посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

В таблице Б.4 представлен пример ответного сообщения на чтение регистров 40001-40002 имеющих содержимое, соответственно, 5 и 100, из SL с адресом 5.

Таблица Б.4

байт 1	байт 2	байт 3	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Количество байт в ответе	Регистр 30011		Регистр 30012		CRC16	
			Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
5	3	4	0	5	0	100	174	25

Функция 4: Получение текущего значения одного или нескольких входных регистров

Запрос

Данная функция позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных входных регистров адресуемого SL. Адресация позволяет получить за каждый запрос до 125 регистров. Регистры нумеруются с нуля.

Широковещательный режим не допускается.

В таблице Б.5 представлен пример запроса на чтение регистров 30018-30021 из SL с адресом 1.

Таблица Б.5

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
1	4	0	17	0	4	161	204

Ответ

Адресуемый SL посылает в ответе свой адрес, код выполненной функции и информационное поле. Информационное поле содержит 2 байта, описывающих количество возвращаемых байт данных. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

В таблице Б.6 представлен пример ответного сообщения на чтение регистров 30011-30014 имеющих содержимое, соответственно, 100, 24, 0, 1000, из SL с адресом 1.

Таблица Б.6

байт 1	байт 2	байт 3	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6
Адрес	Функция	Количество байт в ответе	Регистр 30011		Регистр 30012	
			Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
1	4	8	0	100	0	24
байт 7	байт 8	байт 9	байт 10	байт 11	байт 12	
Регистр 30013		Регистр 30014		CRC16		
Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	
0	0	3	232	33	119	

Функция 16: Запись нескольких регистров хранения**Запрос**

Данное сообщение меняет содержимое любого регистра хранения опрашиваемого контроллера. Неиспользуемые старшие биты адреса регистра должны заполняться нулями. Если используется адрес SL равный 0, то содержимое поля данных записывается во все устройства, подключенные к шине (широковещательный режим).

В таблице Б.7 дан пример записи в SL с номером 5 двух регистров 40001, 40002 значениями 5 и 100.

Таблица Б.7

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для записи (N)		Количество байт в поле данных
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	
5	16	0	0	0	2	4
байт 8	байт 9	байт 10	байт 11	байт 12	байт 13	
Регистр 40001		Регистр 40002		CRC16		
Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	
0	5	0	100	247	117	

Ответ

Нормальное ответное сообщение (таблица Б.8) возвращает адрес SL, функцию, адрес первого регистра и количество записанных регистров.

Таблица Б.8

байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6	байт 7	байт 8
Адрес	Функция	Номер первого регистра		Число регистров для чтения (N)		CRC16	
		Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт	Старший байт	Младший байт
5	16	0	0	0	2	64	76

Список регистров протокола Modbus

Список входных регистров представлен в таблице Б.9.

Таблица Б.9

Адрес 1	Адрес 2	Наименование параметра	Размер поля	Формат данных
300001	300002	Объемный расход в процентах от верхней границы диапазона измерений	2	SWFLOAT
300003	300004	Объемный расход, м ³ /ч	2	SWFLOAT
300006		Байт состояния прибора	1	UINT
300010		Заводской номер	1	UINT
300011	300012	Диапазон измерений, м ³ /ч	1	SWFLOAT

Список регистров хранения представлен в таблице Б.10.

Таблица Б.10

Адрес 1	Адрес 2	Наименование параметра	Размер поля	Формат данных
400001		Сетевой адрес	1	UINT
Калибровочные коэффициенты выходного сигнала 4 - 20 мА				
400010	400011	A0	2	SWFLOAT
400012	400013	A1	2	SWFLOAT
400014	400015	A2	2	SWFLOAT
400016	400017	Нижний предел измерений объемного расхода $Q_{\min}$, м ³ /ч	2	SWFLOAT
400018	400019	Верхний предел измерений объемного расхода $Q_{\max}$, м ³ /ч	2	SWFLOAT

Приложение В

Габаритные и установочные размеры

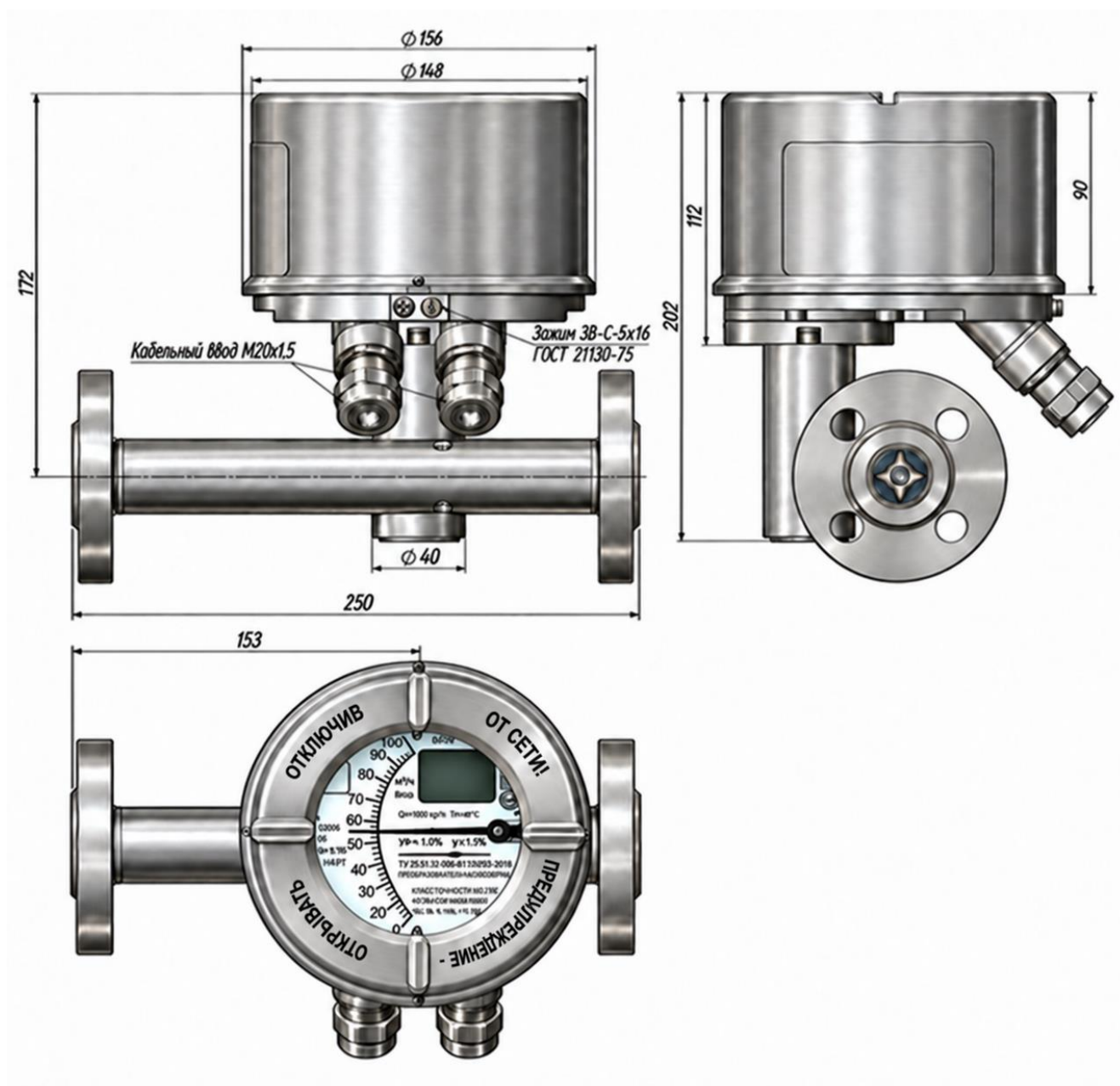


Рисунок В.1 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с круглым корпусом. Горизонтальная установка. Температура контролируемой среды до 160 °С

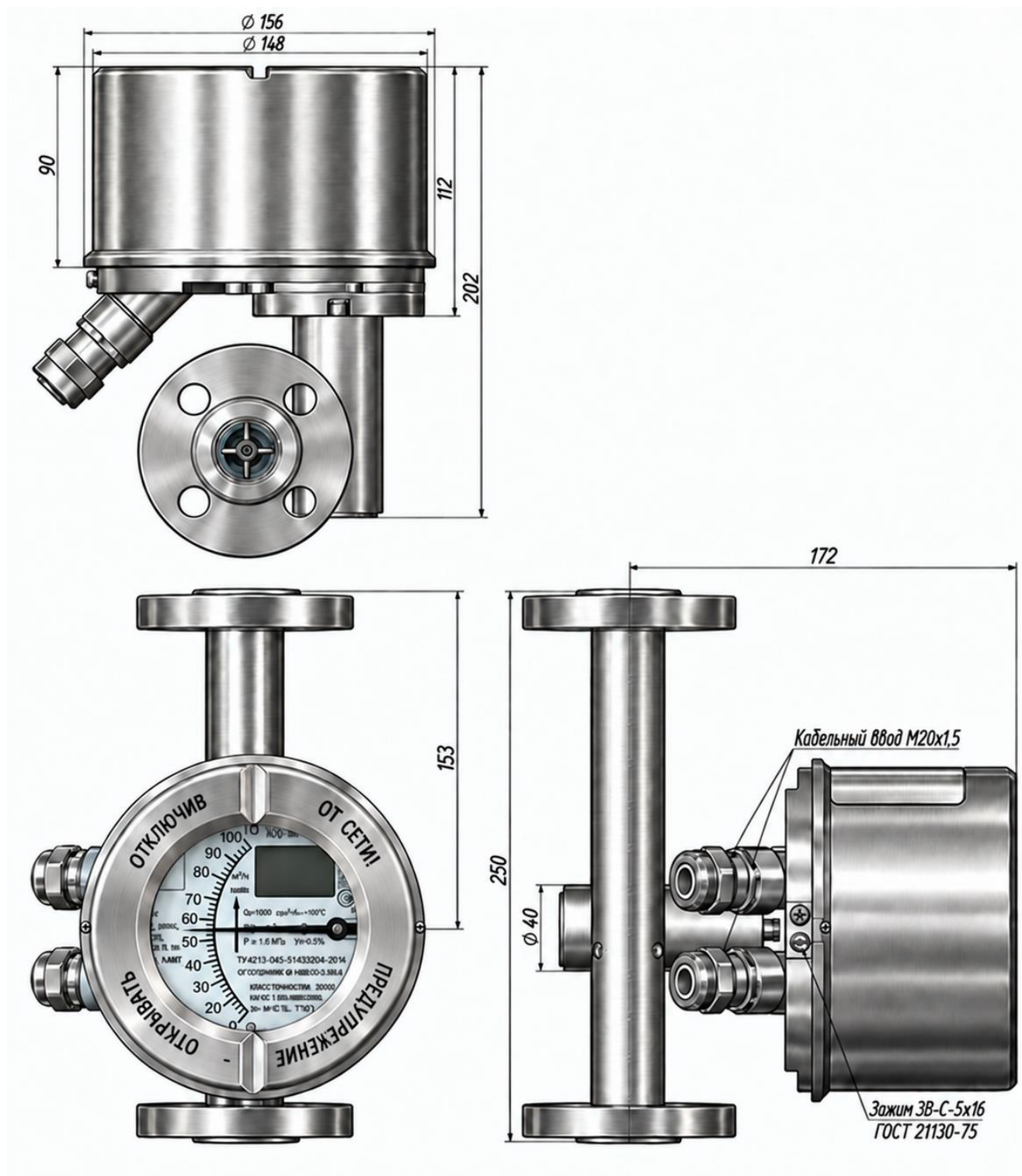


Рисунок В.2 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с круглым корпусом. Вертикальная установка.
Температура контролируемой среды до 160 °С

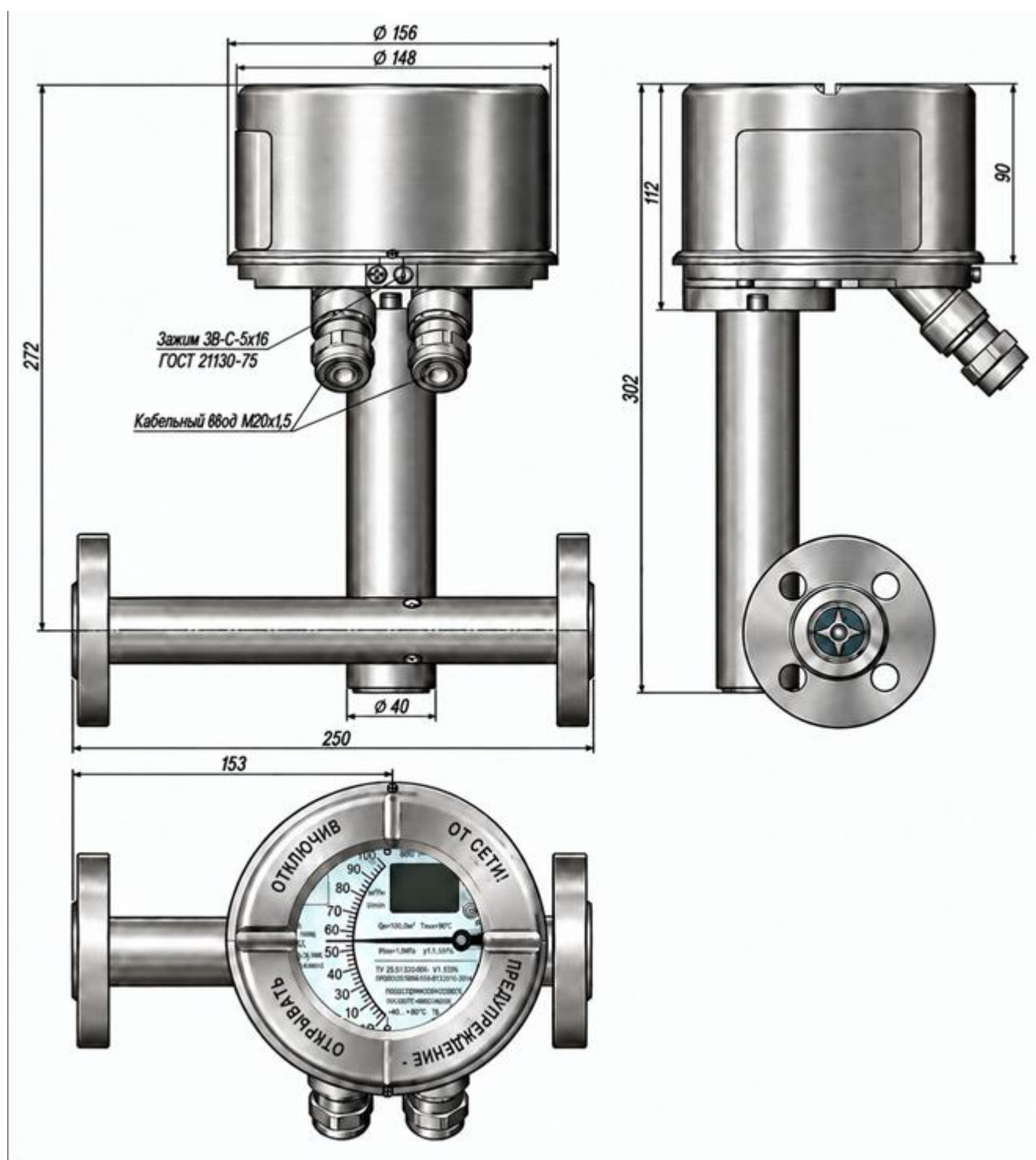


Рисунок В.3 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с круглым корпусом. Горизонтальная установка.
Температура контролируемой среды до 350 °С

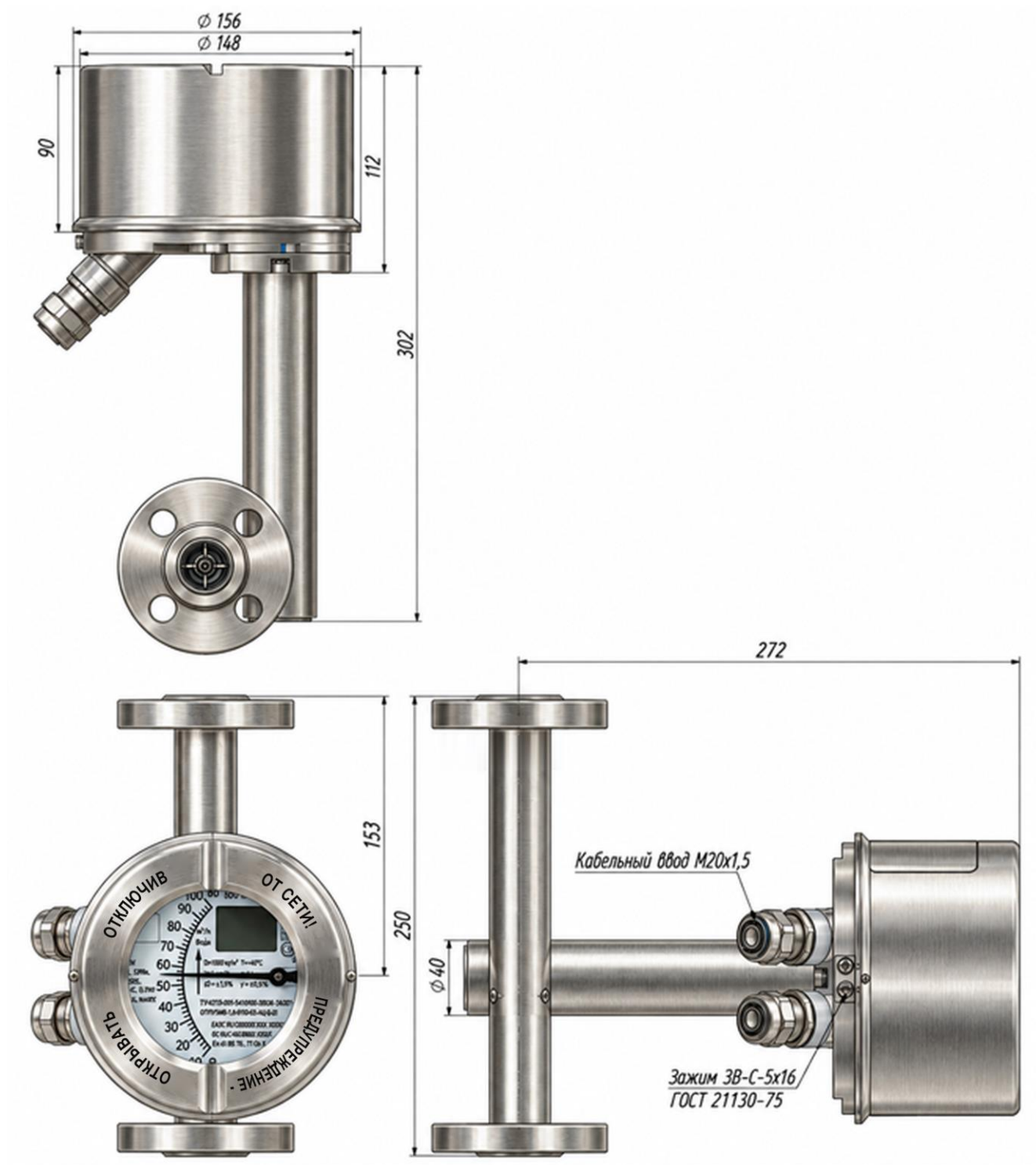


Рисунок В.4 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с круглым корпусом. Вертикальная установка.
Температура контролируемой среды до 350 °С

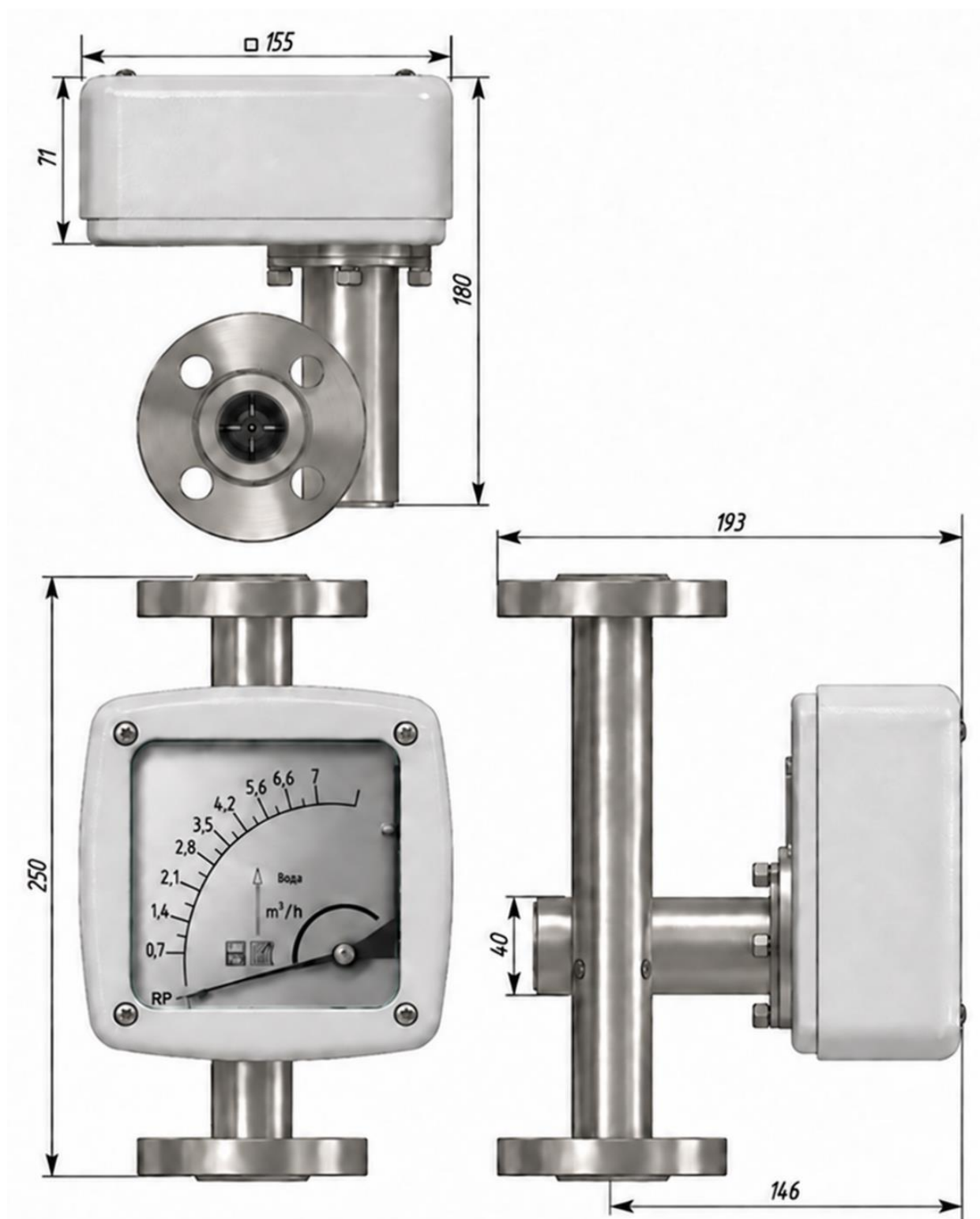


Рисунок В.5 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с квадратным корпусом. Вертикальная установка. Температура контролируемой среды до 160 °С

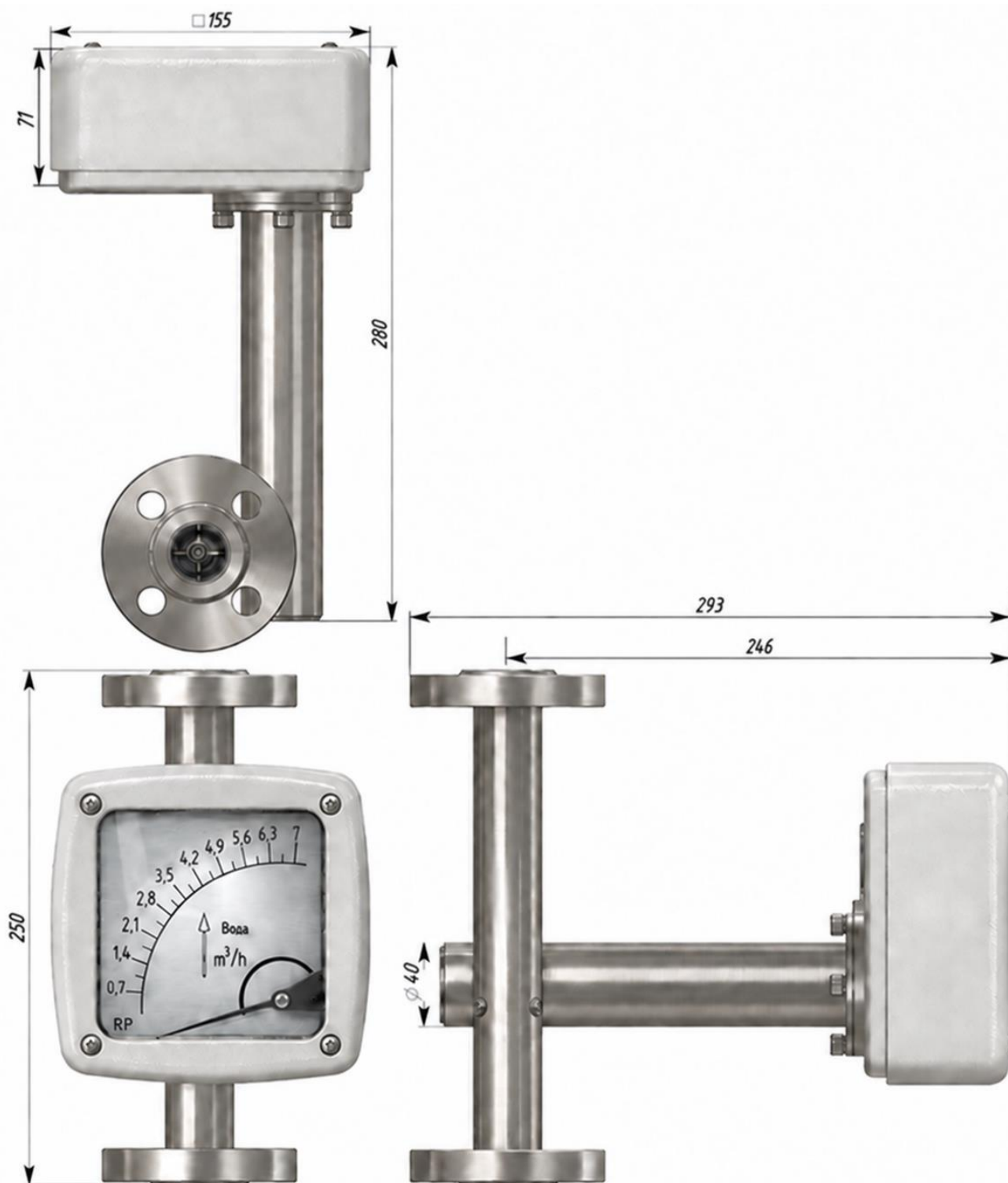


Рисунок В.6 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с квадратным корпусом. Вертикальная установка.
Температура контролируемой среды до 350 °С

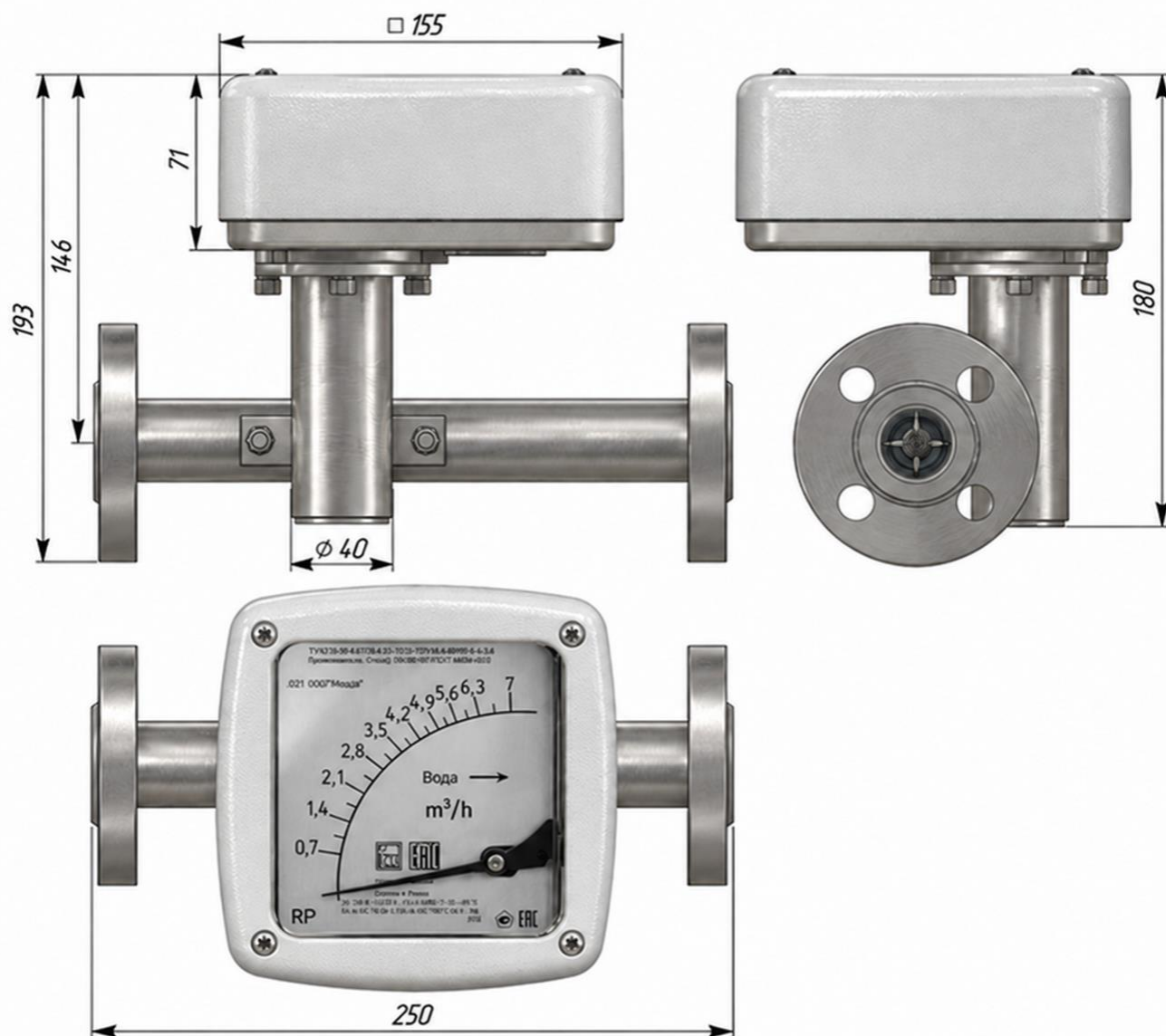


Рисунок В.7 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с квадратным корпусом. Горизонтальная установка.
Температура контролируемой среды до 160 °С

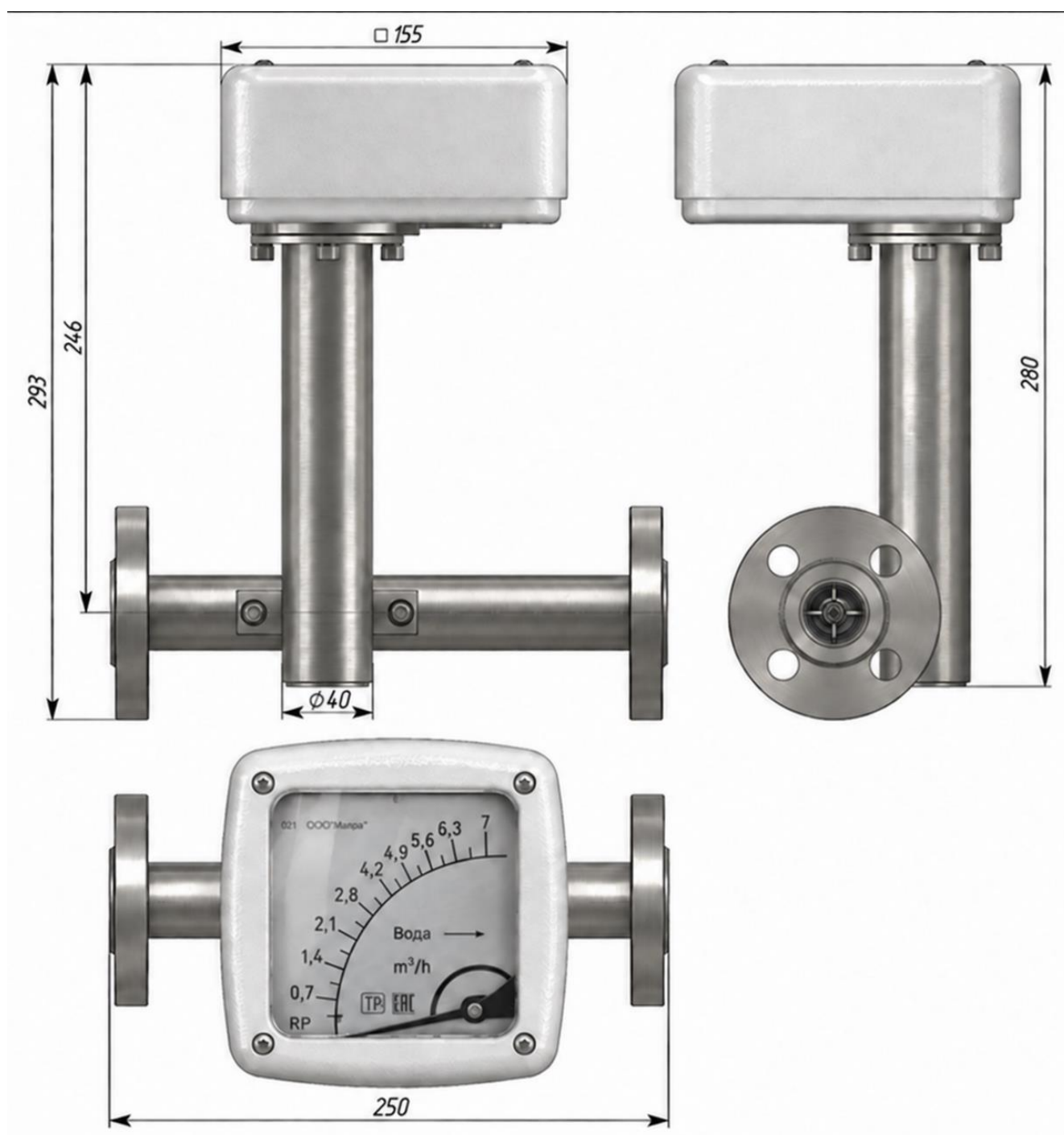


Рисунок В.8 – Габаритные и установочные размеры ротаметров с фланцевым способом присоединения с квадратным корпусом. Горизонтальная установка.
Температура контролируемой среды до 350 °С

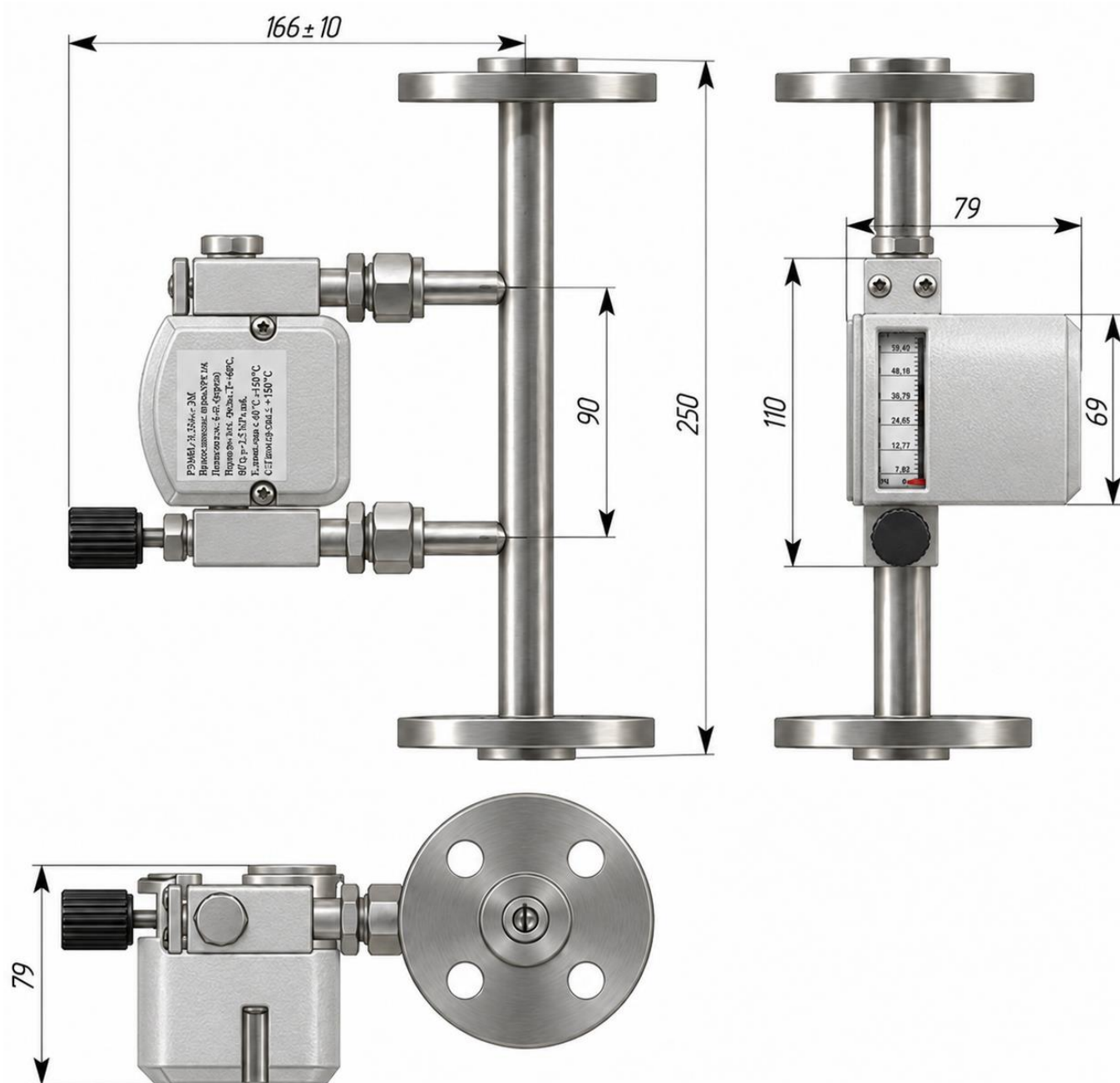


Рисунок В.9 – Габаритные и установочные размеры ротаметров для малых расходов с фланцевым способом присоединения

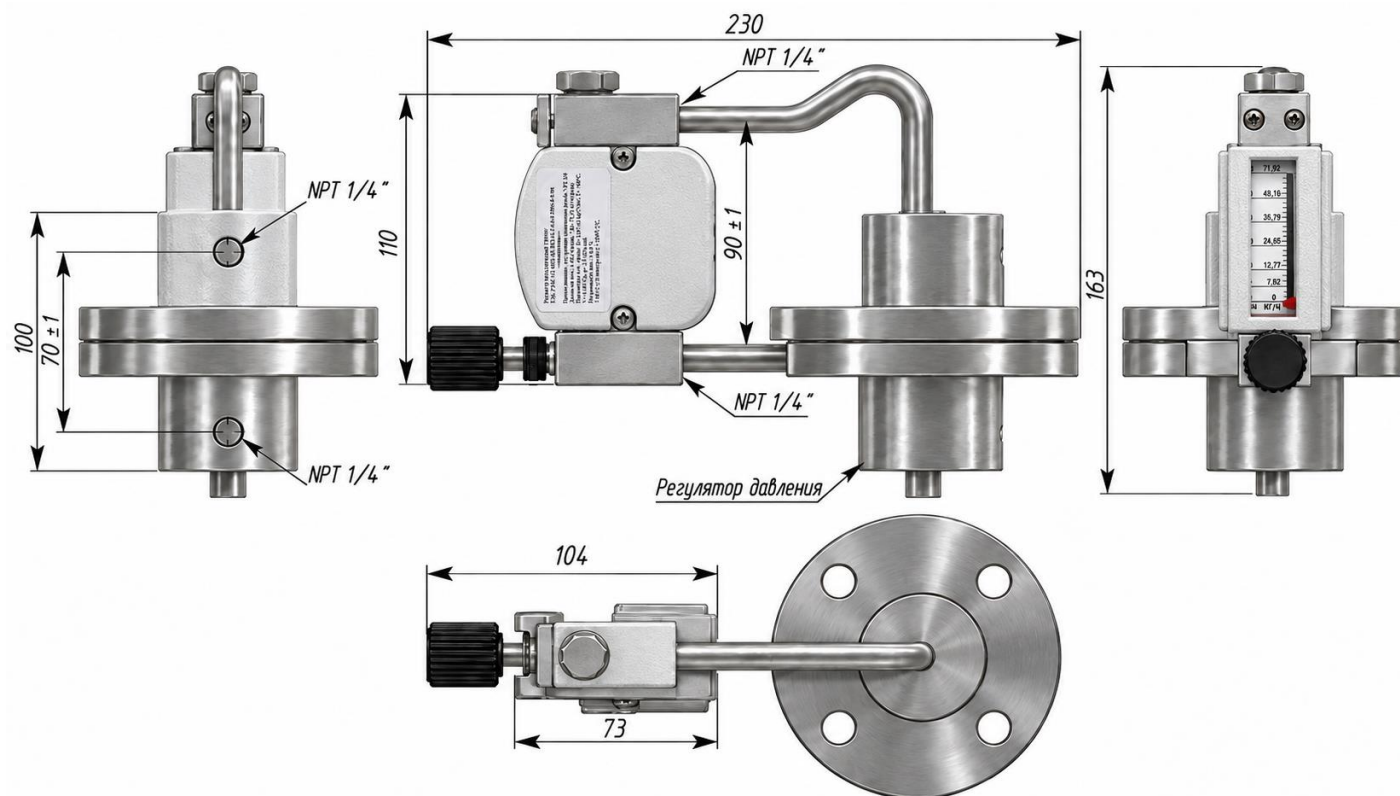


Рисунок В.10 – Габаритные и установочные размеры ротаметров для малых расходов с регулятором давления с фланцевым способом присоединения

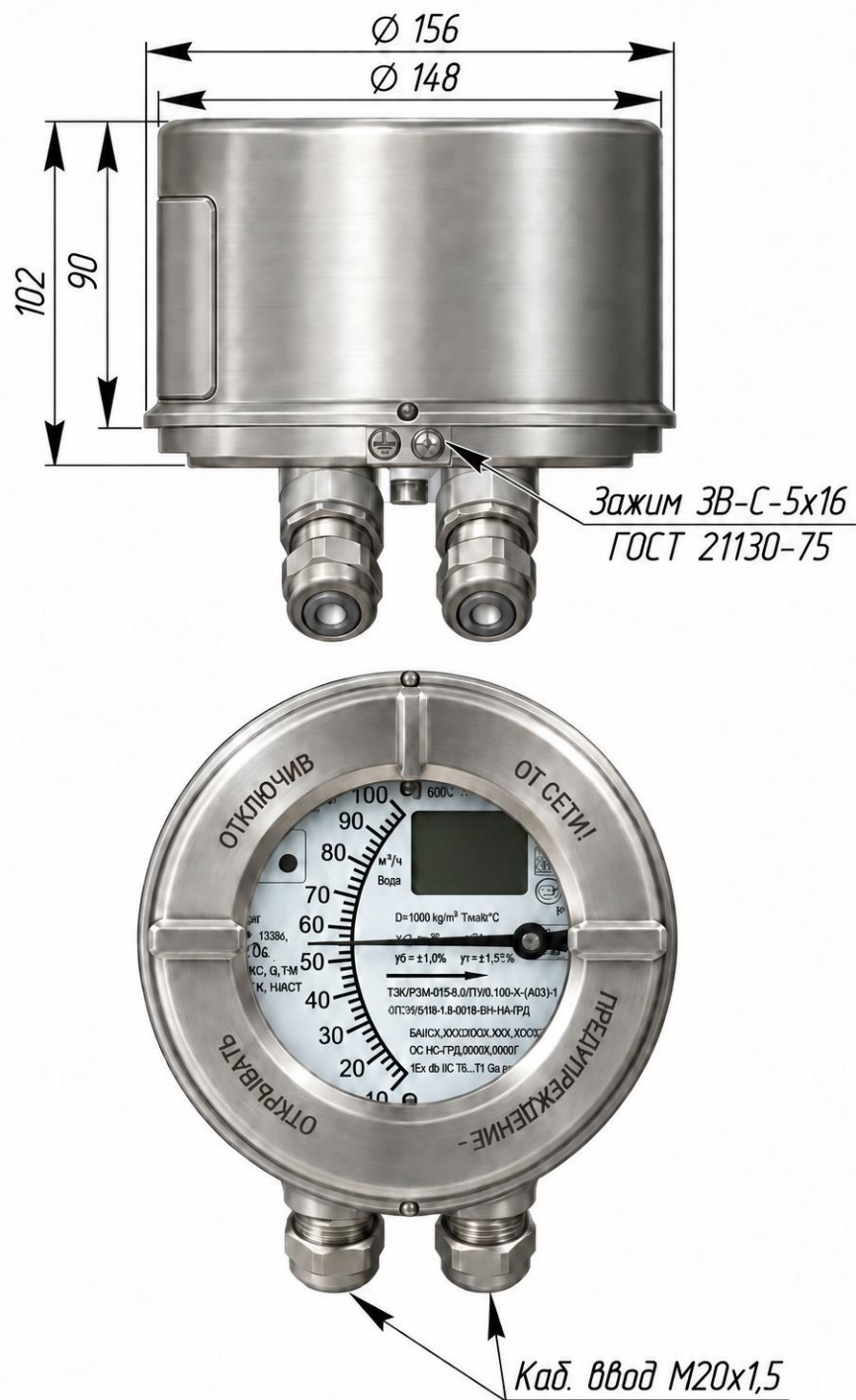


Рисунок В.10 – Габаритные размеры корпуса блока электронного взрывозащищенного исполнения

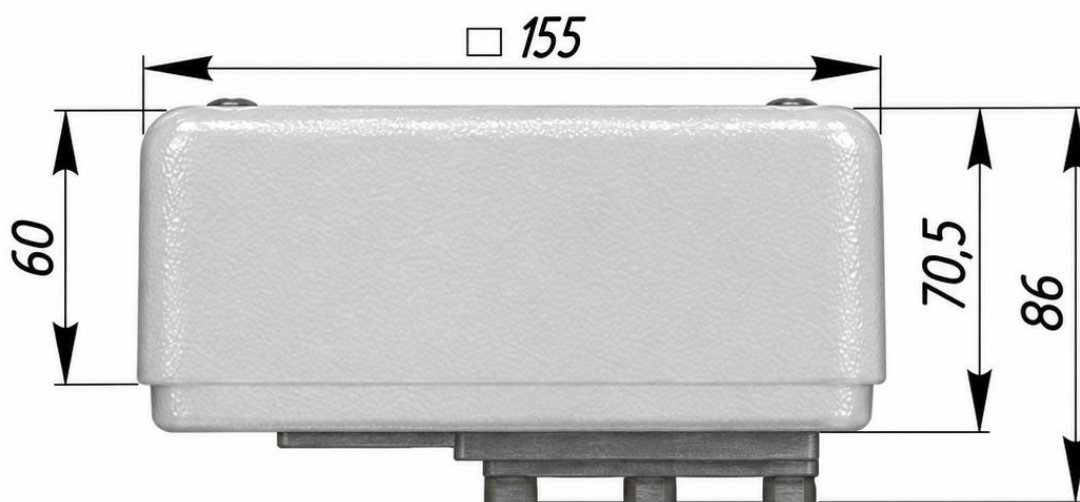


Рисунок В.11 – Габаритные размеры корпуса блока электронного

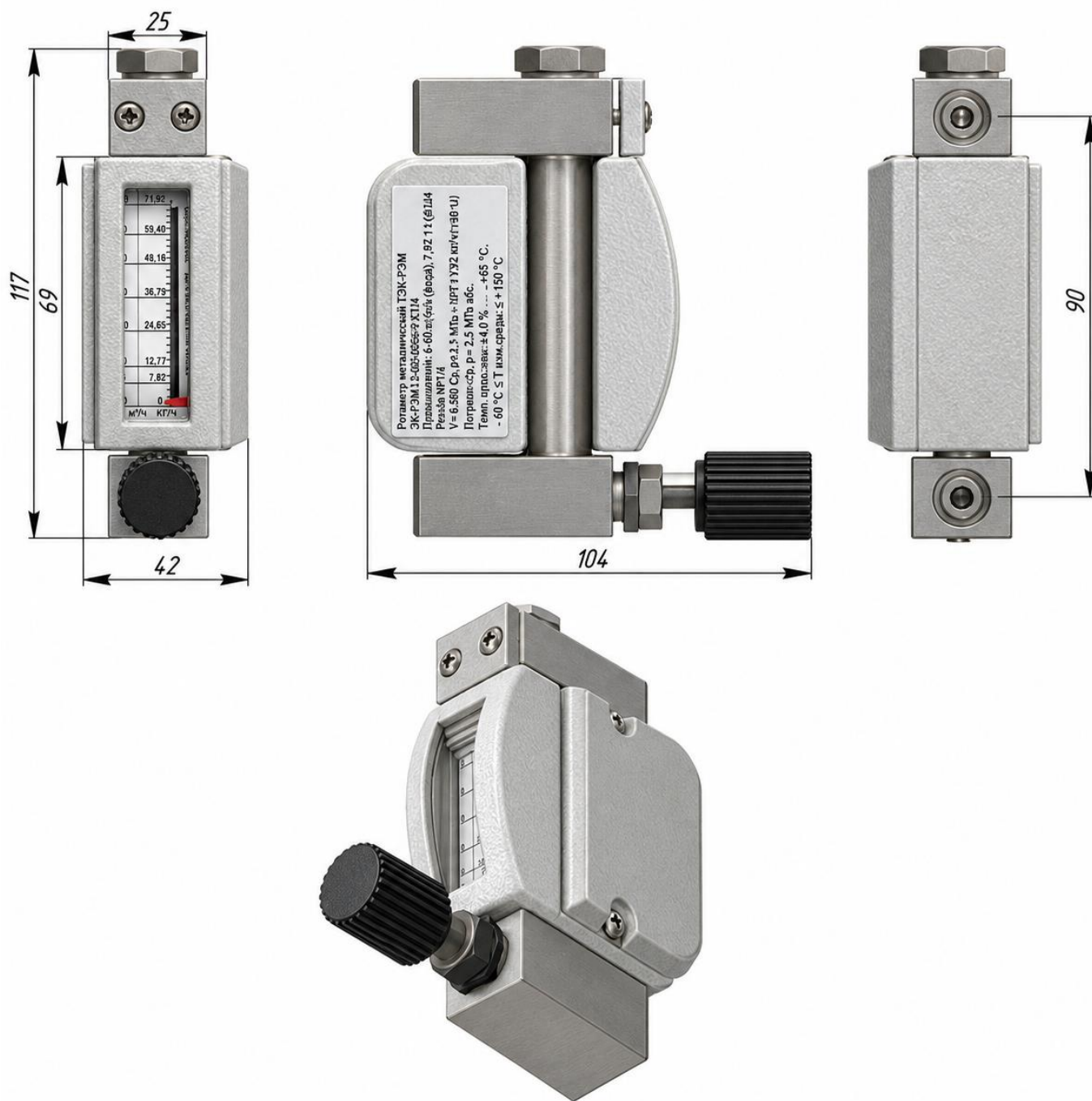
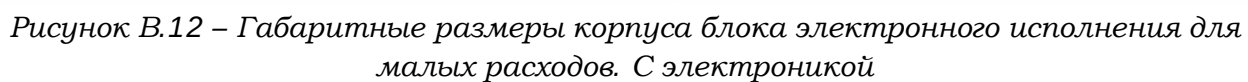


Рисунок В.11 – Габаритные размеры корпуса блока электронного исполнения для малых расходов. Без электроники



Приложение Г

Схемы электрические подключения

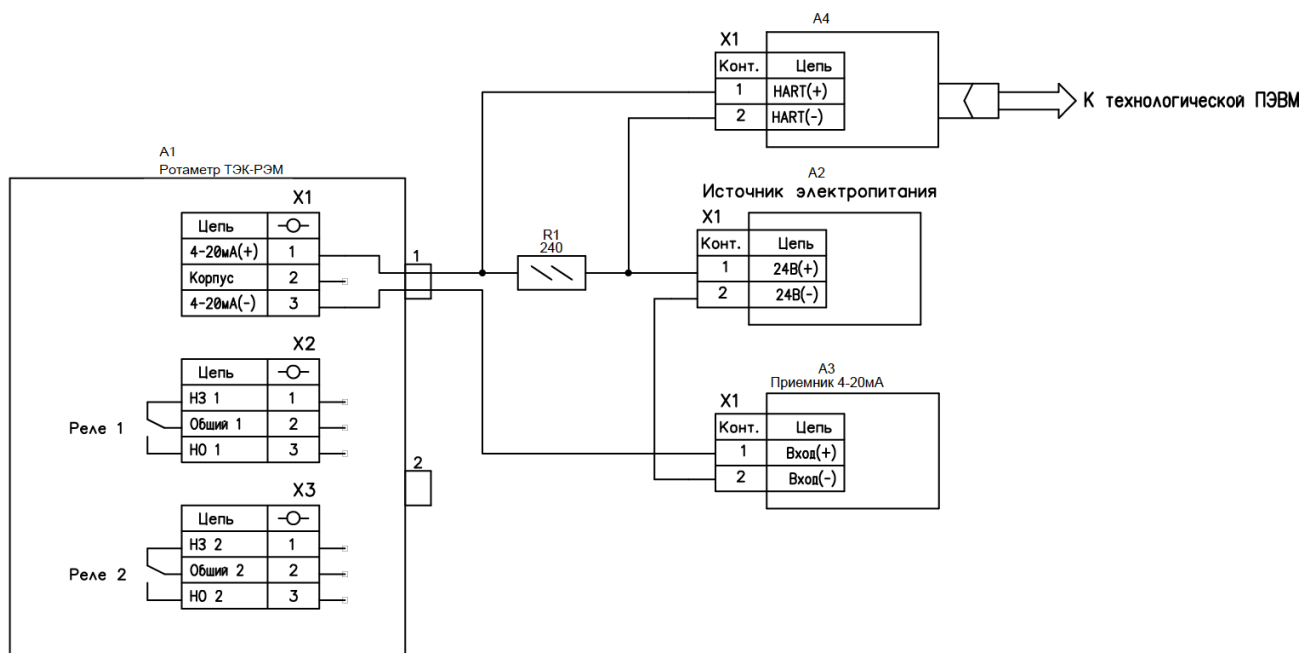


Рисунок Г.1 – Схема электрическая подключения ротаметров исполнения АЦ

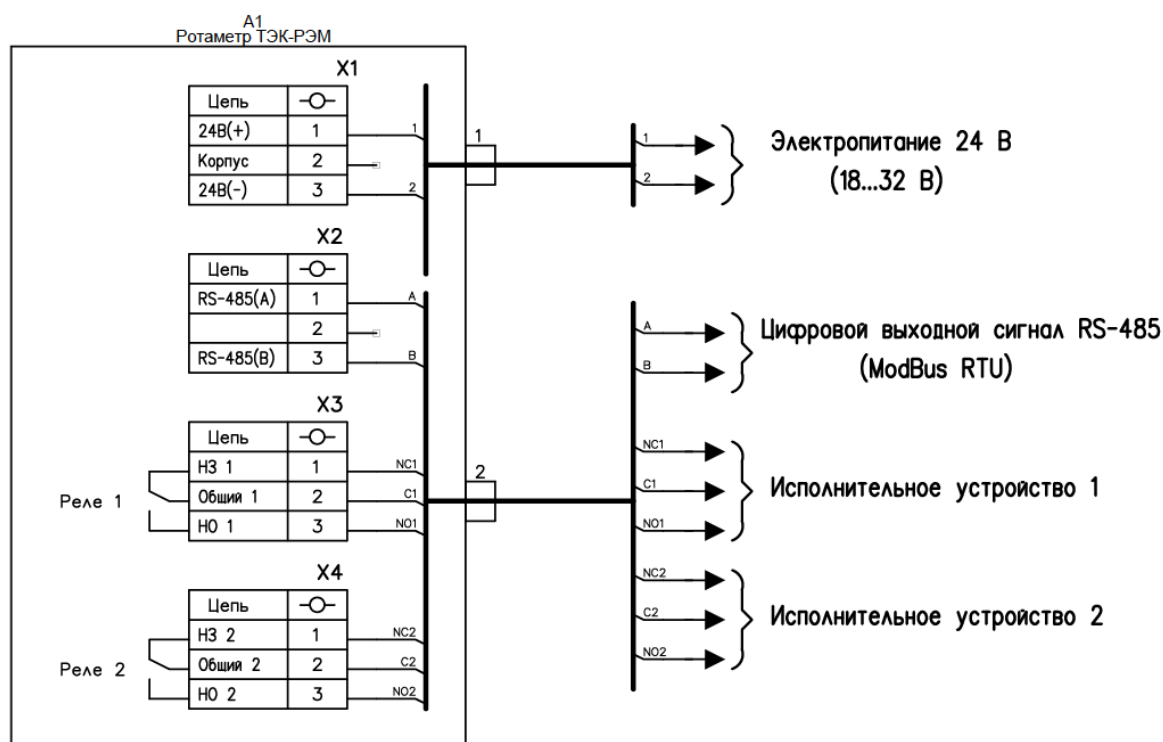


Рисунок Г.2 – Схема электрическая подключения ротаметров исполнения ЦС

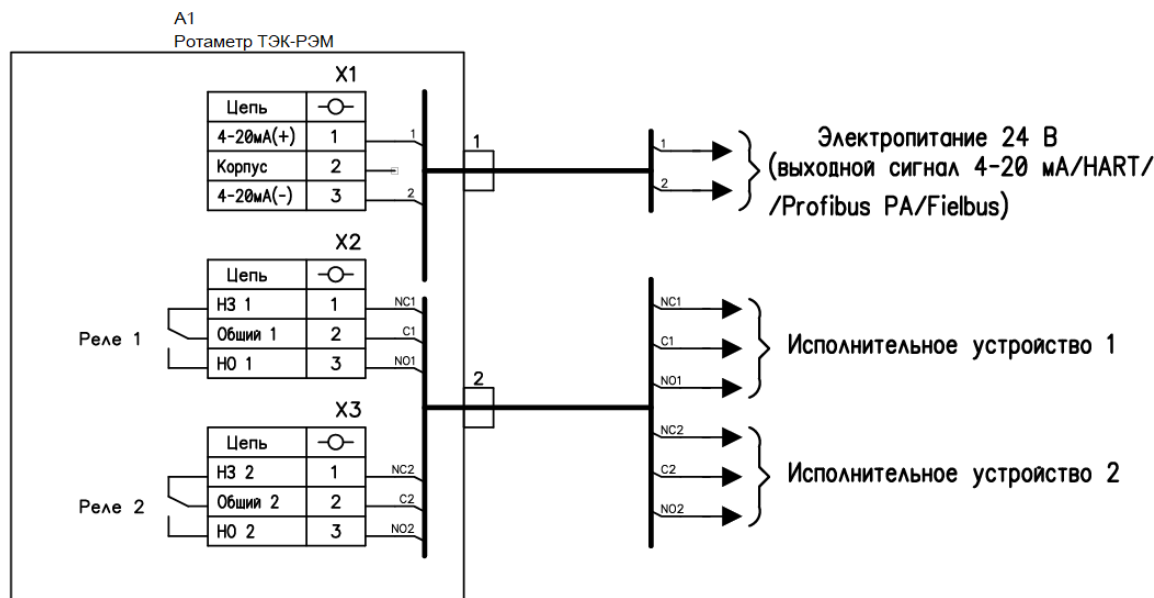


Рисунок Г.3 – Схема электрическая подключения ротаметров исполнения
РА, FF

Примечания

- 1 Кабели связи не входят в комплект поставки ротаметра, но могут быть поставлены по заказу.*
- 2 Рекомендуемое сечение жил кабелей для внешних подключений 0,35; 0,50; 0,75; 1,00; 1,50 мм².*
- 3 Выбор марки кабеля осуществляется проектантом заказа.*
- 4 Наружный диаметр кабелей выбирается от 8 до 13 мм.*
- 5 Линии рекомендуется проводить экранированной витой парой.*
- 6 Кабель связи заземляется только со стороны ротаметра.*
- 7 Подключение ротаметров во взрывозащищенном исполнении с видом взрывозащиты искробезопасная цепь осуществляется через барьер искрозащиты. Барьер искрозащиты должен исключать заземление экрана кабеля.*



390046, Рязанская обл., г. Рязань,
ул. Маяковского, д. 1а, стр. 2
sales@tek-systems.ru
+7 (4912) 40-73-25
tek-systems.ru

