

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ТехноКИП»**



Ротаметры Sekee RM
Руководство по эксплуатации
(v.20240710)



2024 г.

Содержание

Раздел		Стр.
1	Описание и область применения и исполнения ротаметров	3
2	Принцип работы и устройство ротаметра	4
3	Технические и метрологические характеристики	7
4	Рекомендации по выбору	15
5	Указания мер безопасности	17
6	Монтаж ротаметров на трубопроводе	18
7	Подключение к электросети	20
8	Поверка	22
9	Габаритные размеры	22
10	Комплект поставки	25
11	Транспортировка и хранение	26
12	Утилизация	26
13	Сроки службы и хранения, гарантии изготовителя	27
14	Возможные неисправности и способы их устранения.	28
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	
	Методика измерений	29
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	
	Таблица адресов регистров MODBUS	32

Общая информация

В настоящем руководстве по эксплуатации приведены основные технические характеристики, указания по применению, правила транспортирования и хранения, а также другие сведения, необходимые для обеспечения правильной эксплуатации ротаметров Sekee RM.

Sekee® и логотип Sekee являются зарегистрированными торговыми знаками.

ООО «ТехноКИП» оставляет за собой право вносить в конструкцию ротаметров изменения, не ухудшающие их потребительских качеств, без предварительного уведомления. При необходимости получения дополнений к настоящему Руководству по эксплуатации или информации по оборудованию ООО «ТехноКИП», пожалуйста, обращайтесь к Вашему региональному представителю компании или в головной офис через обратную связь на сайте <https://sekee.pro//> или по номеру телефона службы поддержки компании 8 800 250 00 16.

1. Описание, область применения и исполнения ротаметров

Ротаметр Sekee RM – это расходомер перепада давления для измерения объемного расхода жидкостей и газов, включая агрессивные среды, который также способен суммировать и отображать накопленный объем. В частности используется для измерения:

- Воздуха и технических газов, включая кислород и водород;
- Природного газа;
- Воды, аммиачной воды, водных растворов; агрессивных жидкостей, в том числе кислот и кислотных растворов, щелочей;
- Спирта, спиртосодержащих жидкостей.

Конструктив Sekee RM состоит из двух основных элементов – измерительного узла и узла индикации, который может быть оснащен аналоговым токовым выходным сигналом или цифровым HART сигналом для дистанционного контроля показаний. Также предусмотрено наличие двух предельных выключателей.

Измерительный узел ротаметра представляет собой коническую трубку, в которой находится тело обтекания – «поплавок» с магнитом. Когда жидкость или газ проходят через измерительный узел, поток поднимает поплавок. В зависимости от расхода вещества он будет располагаться на определенном уровне в трубе. Магнит поплавка взаимодействует с магнитом отсчетного устройства, которое преобразует линейное перемещение поплавка в угловое. Показания считываются с угловой шкалы со стрелкой, а также с жидкокристаллического дисплея. ЖКД отображает мгновенный расход и накопленный объем, стрелка индикатора - мгновенный расход на шкале. Газовые ротаметры с диаметром условного прохода меньше 80 мм ($ДУ \leq 50$ мм) снабжаются системой демпфирования поплавка для стабилизации показаний расхода.

Градуировка шкалы ротаметра Sekee RM производится в зависимости от параметров измеряемой среды. Следует учитывать, что настройки прибора являются постоянными, и при изменении температуры или давления (для сжимаемых сред), коррекция измерений прибора невозможна. В противном случае, несмотря на то, что иные переменные технологического процесса (расход, состав газа и т.д) остаются постоянными, потребуется новый расчет и градуировка шкалы.

Исполнения ротаметров

Преимуществом металлических ротаметров Sekee RM является высокая точность измерений – от 1% (для всех сред) широкий типоразмерный ряд и межповерочный интервал сроком в 5 лет. Широкое применение прибора обеспечивает наличие различных видов исполнений

- специальное исполнение (кислородное, водородное, сероводородное, хлорное);
- пищевое исполнение;
- с футеровкой (антикоррозионное исполнение);
- с рубашкой обогрева (климатическое исполнение);
- взрывозащита Ex

По способу монтажа на трубопровод ротаметры имеют вертикальное и горизонтальное исполнение с нормированной погрешностью. Возможное присоединение к процессу: фланцевое, муфтовое, зажимное. Типоразмер - от 15 до 150

2. Принцип работы и устройство ротаметра.

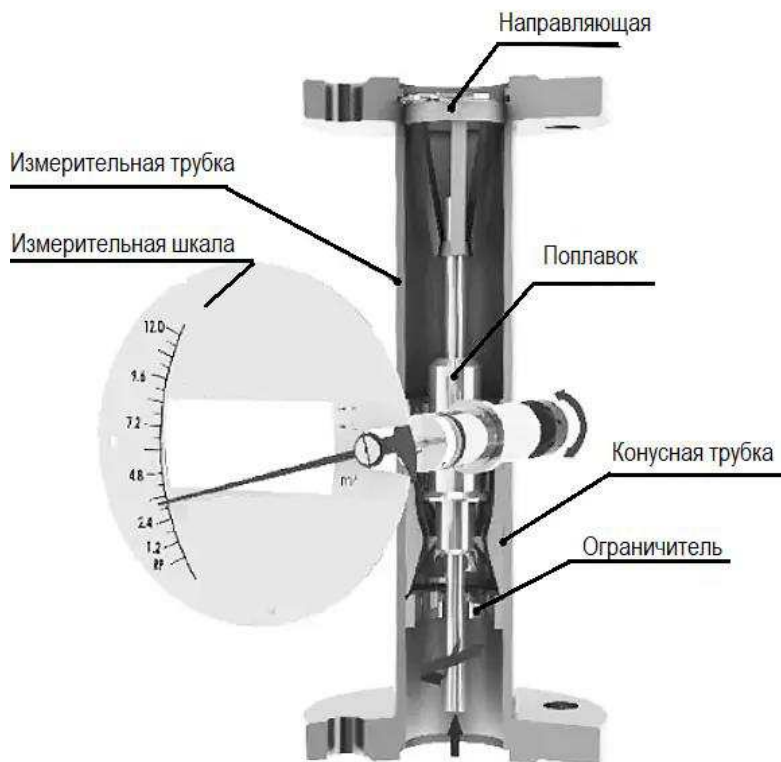


Рис 2.1

Принцип действия ротаметра заключается в поддержании постоянного перепада давления и использовании изменения площади дроссельной заслонки для измерения расхода. Он состоит из конической трубки, постепенно расширяющейся снизу вверх, и поплавка, помещенного в конусную трубку.

Когда жидкость течет по конической трубке, поплавок в трубке поднимается на высоту, соответствующую скорости потока, и всплывает. При увеличении расхода увеличивается импульс, действующий на ротор. Потому что вес ротора в жидкости постоянен. Ротор поднимается. Соответствующий кольцевой зазор между ротором и конической трубой также увеличен. Скорость потока жидкости, протекающей через кольцевое пространство, уменьшается. Импульс также снижается. По плавающему положению ротора можно измерить мгновенное значение расхода. Преимуществами ротаметров являются простая конструкция, простота тестирования и возможность измерения малых расходов. Его недостатком является то, что на него легко воздействуют такие факторы, как плотность жидкости, давление и вязкость.

Цифровой ротаметр имеет встроенную интеллектуальную печатную плату. Ротаметр выполненный во взрывозащищенном исполнении имеет искробезопасную взрывозащищенную конструкция корпуса, знак взрывозащиты *iaIICT5*. Индикатор цифрового ротаметра имеет как отдельную механическую стрелку для мгновенного расхода, так и жидкокристаллический дисплей, что дает преимущества при отсутствии питания на объекте. Ротаметр оснащен кнопочным управлением,

интерфейсом взаимодействия человека и компьютера. Он также может выводить токовый сигнал 4-20 мА, сигнал тревоги верхнего и нижнего пределов и другие сигналы.

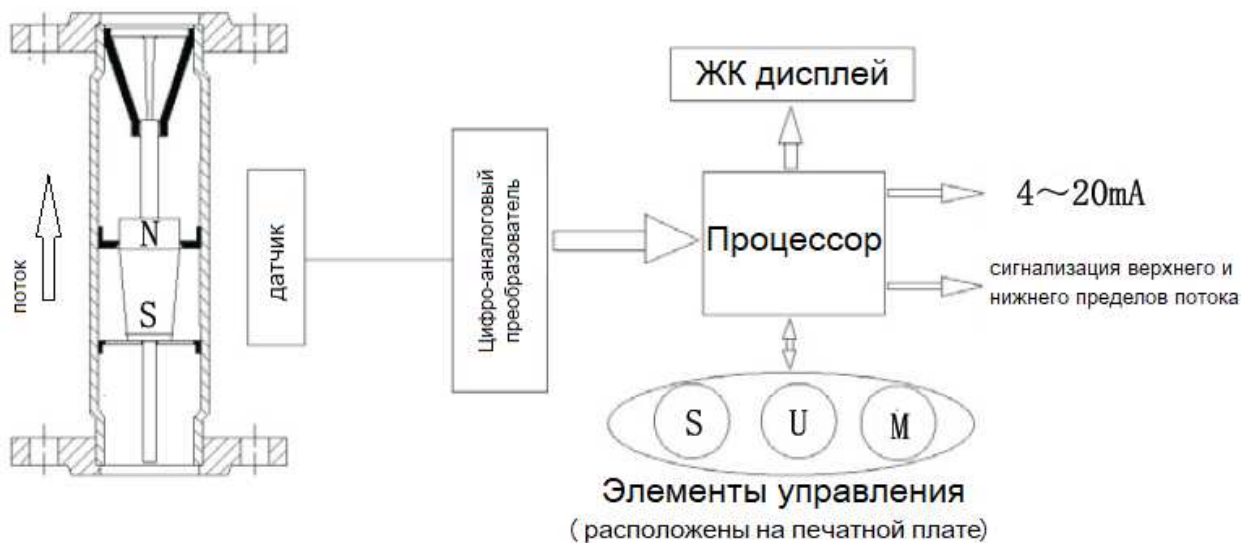


Рис. 2.2

Цифровые ротаметры также имеют различные функции калибровки параметров, настройки, резервного копирования данных, восстановления данных и защиты от сбоев питания. Кроме того, если это не двухпроводной режим питания, также выбирается функция подсветки ЖК-дисплея.

Функциональные кнопки **【S】** **【U】** **【M】**

【S】 : для доступа к настройкам или для подтверждения, которая используется для входа в главное и подменю и подтверждения измененных значений переменных.

【U】 : для перемещения по подменю и изменения значения переменной.

【M】 : Используется для перемещения мигающего курсора и выхода из меню (для нечисловых переменных используйте M для выхода).

Коды операций

Код	Меню
2000	Набор выходных данных
3000	Среда
4000	Набор диапазонов
5000	Калибровка оборудования
5942	Обработка данных
2300	Суммарный объем
2400	Установка адреса
3100	DN ротаметра
5100	Изменение пользователем
Power on + S	Инициализация оборудования
Power on + U	Заводская резервная копия (Эта операция может быть выполнена только после правильной настройки всех параметров устройства)
Power on + M	Сброс до заводских настроек (Эта операция может быть выполнена при потере данных устройства или неправильных настройках параметров)

2000 - Суммарная очистка (CLR-0), задержка затухания (DELAY), отображаемая переменная

(СТРОКА 1), десятичный разряд данных (ТОЧКА), текущая калибровка ((DAF 20/04), защита от сбоев (СИГНАЛЫ ТРЕВОГИ/H/L)

3000 - Плотность верхний предел 0.9970(D-FLU), Абсолютное давление 00.101 МПа (P-FLU), температура в кельвинах 293,15 (T-FLU) 200С, плотность материала поплавка 7,8000 (D-FUZ) г/см³.

4000 – Единицы измерения: В качестве единицы измерения диапазона можно установить одну из следующих единиц: m3_H (кубические метры в час), T_H (тонны в час), L_H (литры в час), Kg_H (килограммы в час), Nm3_H (номинальные кубические метры в час).), Nm3_H (кубические сотни метров в час), g_H (граммы в час), Kg_F (килограммы в минуту), m3_F (кубические метры в минуту), L_F (литры в минуту), SPE (единица, определяемая пользователем).

ZERO: (Заводское значение 000.00),

KSPAN: (Заводское значение 00,000) Максимальный диапазон KSPAN задается × 1000 раз,

SPAN - максимальный диапазон (Заводское значение 00,100).

SET 0: NO (сдвиг нулевой точки)

CUTEN: YES (отсечка вкл./выкл.)

CUT: (Заводское значение 05.0%) (значение отсечки)

🔥 **5000** - Калибровка оборудования CAL-P – точки калибровки (включая нулевую и полную полосу), заданный диапазон 5–16. SHARI выравнивает полную шкалу для каждой калиброванной точки. CALXX — калиброванная точка XX.

Температура окружающей среды MCU-T — это температура окружающей среды, отображаемая после модификации, в диапазоне от -15 до 15. 430-T — это температура, измеренная во время калибровки. **В данном пункте меню не рекомендуется вносить изменения. Ротаметр откалиброван на заводе-изготовителе.**

5942 - SAVET: Data. Период сохранения SAVET – интервал сохранения накопленного значения. Период сохранения = значение SAVET x 10, единица измерения в минутах.

Установите диапазон от 1 до 9. (Заводское значение 6)

RESET: (Заводское значение NO)

BACK: (Заводское значение NO)

CLR-D: (Заводское значение NO) предназначена для очистки всех настроек, устройство переходит в состояние по умолчанию, пользователям следует использовать его с осторожностью.

2300 - TOTAL суммарный объем.

3100 - Установка диаметра трубы Dn (выставляется условный проход ротаметра)

5100 - Установка адреса. Для HART (диапазон 0-15), для MODBUS (диапазон 1-225)

3. Технические и метрологические характеристики.

Характеристика	Значение
Модель прибора	Sekee RM
Диаметр условного прохода, мм	15, 25, 50, 80, 100, 150
Диапазон измерения	Вода (при 20 °С) 1-200000 л/ч
	Воздух (при 20 °С, 0,1013 МПа) 0,03-4000 м³/ч
Давление измеряемой среды	DN15 – DN50 4 МПа / DN15 – DN50 25 МПа*
	DN80 – DN150 1,6 МПа/ D 80 – DN 150 16 МПа*
Температура окружающей среды	-30 ~ +85 °С
Температура измеряемой среды - Стандартный тип - Высокотемпературный тип - Антикоррозионный тип (вкладыш F4)	-80 ~ +200 °С -80 ~ +400 °С 0 ~ +85 °С
Максимальная вязкость измеряемой среды	Для RM-015.1 – RM-015.3 DN15: $\eta \leq 5$ мПа·с
	Для RM-015.4 – RM-015.9 DN15: $\eta \leq 30$ мПа·с
	DN25: $\eta \leq 250$ мПа·с
	DN50–DN150: $\eta \leq 300$ мПа·с
Пределы допускаемой приведенной погрешности - для класса точности 1 - для класса точности 1,5	1 % 1,5 %
Выходные сигналы и индикация	индикатор
	аналоговый токовый 4-20 мА
	цифровой протокол HART™
	до 2х предельных выключателей
Тип питания	- Стандартный тип: 24 В постоянного тока, двухпроводная система, 4–20 мА. - 85-250 В переменного тока, 50 Гц - литиевая батарея 3,6 В, 7,5 Ач.
Отображаемые характеристики на ЖК дисплее	- Диапазон индикации мгновенного расхода: 0-50000 (с десятичной точкой) - Диапазон индикации накопительного расхода: 0-99999999. (с десятичной точкой)
Защита от пыли и влаги	IP 65
Интервал между поверкой	5 лет
Кабельный ввод	M20x1,5
Взрывозащита	Искробезопасный iaIICT6 Взрывозащищенный тип dIICT6
Срок службы	10 лет
Содержание драгоценных металлов	Не содержит

* - специальное исполнение. Изготавливается по запросу.

в соответствии с заказом (при работе ротаметра в данном диапазоне температур) показания на ЖК дисплее до -30 °С; воздействие температуры окружающего воздуха ниже -30 °С не приводит к повреждению ЖК-индикатора, при этом показания индикатора могут быть нечитаемыми, частота его обновления снижается

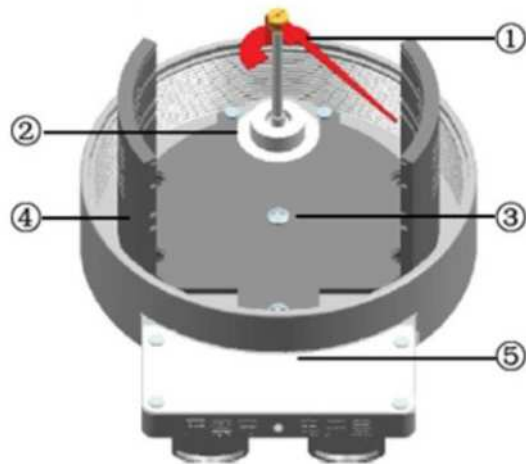
3.1 Диапазоны измерения

За стандартные условия принята вода при температуре 20° С, плотностью 1000кг/м³.

Таблица диапазонов измерения расхода жидкости (воды) и газа (воздух) при стандартных условиях

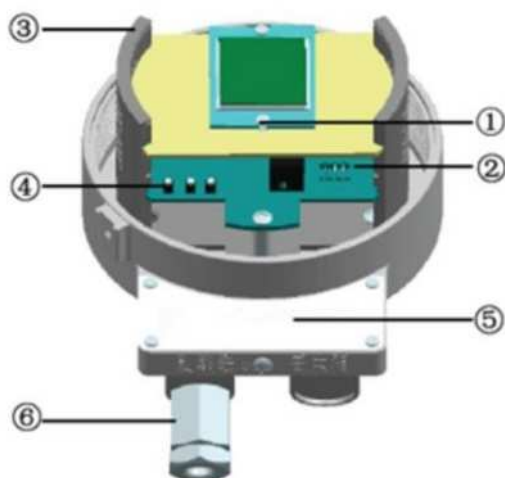
Вода, л/ч (при 20°С)				Воздух м ³ /ч (При 0,10113 МПа и 20°С)	Максимальная потеря давления, КПа	
DN	Диапазон расхода	Нержавеющая сталь	PTFE		Вода	Воздух
DN 15	RM-015.0	1-10		0.03-0.3		
	RM-015.1	1.6-16		0.05-0.5	2	7
	RM-015.2	2.5-25	1.6-16	0.07-0.7	2,3	7,2
	RM-015.3	4-40	2.5-25	0.11-1.1	2,5	7,3
	RM-015.4	6.3-63	4-40	0.18-1.8	2,5	7,5
	RM-015.5	10-100	6-60	0.28-2.8	2,5	7,8
	RM-015.6	16-160	10-100	0.4-4	2,6	8
	RM-015.7	25-250	16-160	0.7-7	2,7	10
	RM-015.8	40-400	25-250	1-10	2,9	10,8
	RM-015.9	63-630	40-400	1.6-16	3,4	14
DN 25	RM-025.0	63-630			3,2	2,4
	RM-025.1	100-1000	63-630	3-30	3,3	2,4
	RM-025.2	160-1600	100-1000	4.5-45	4,4	2,5
	RM-025.3	200-2000				
	RM-025.4	250-2500	160-1600	7-70	3,8	2,6
	RM-025.5	320-3200				
	RM-025.6	400-4000	200-2000	12-120		
	RM-025.7	500-5000	250-2500		4,5	3
	RM-025.8	630-6300	320-3200	18-180	12,5	4,5
DN 50	RM-050.0	500-5000				
	RM-050.1	630-6300	400-4000	18-180	4,7	1,3
	RM-050.2	1000-10 000	630-6300	25-250	5,1	1,3
	RM-050.3	1600-16 000	1000-10 000	40-400	6,2	22
	RM-050.4	2000-20 000	1600-16 000			
	RM-050.5	2500-25 000		63-630	10,4	1,4
DN 80	RM-080.0	1600-16 000				
	RM-080.1	2000-20 000				
	RM-080.2	2500-25 000	1600-16 000	70-700	5,3	15
	RM-080.3	4000-40 000	2500-25 000	120-1200		
	RM-080.4	6300-63 000	4000-40 000	180-1800	7,8	22
DN 100	RM-100.0	4000-40 000				
	RM-100.1	6300-63 000	4000-40 000	180-1800	11,4	35
	RM-100.2	8000-80 000	6000-60 000			
	RM-100.3	10 000-100 000	8000-80 000	300-3000	19,5	7,5
DN 150	RM-150.0	8000-80 000				
	RM-150.1	10 000-100 000	8000-80 000	300-3000		
	RM-150.2	15 000-150 000			17	9,1
	RM-150.3	20 000-200 000				

3.2 Типы исполнения и виды индикаторов ротаметра.



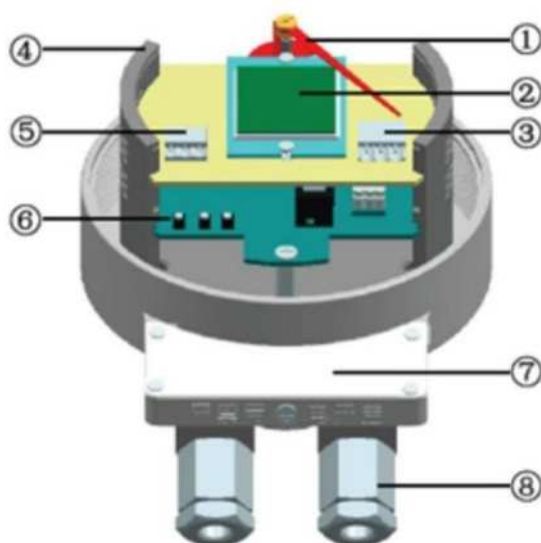
- ① — Стрелка индикатор
- ② — Магнитный вал
- ③ — Винт крепления
- ④ — Кронштейн измерит. шкалы
- ⑤ — Заводская табличка

Исполнение ротаметра:
Механический, без внешнего питания



- ① — ЖК дисплей
- ② — Разъем питания
- ③ — Кронштейн крепления плат
- ④ — Кнопки управления
- ⑤ — Заводская табличка
- ⑥ — Кабельный ввод

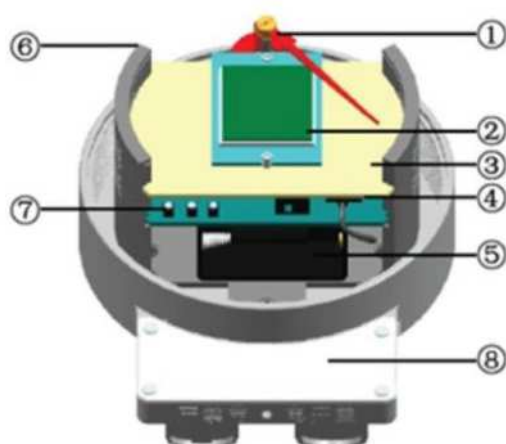
Исполнение ротаметра:
С ЖК дисплеем. Питание 24 В.
Токовый выход 4-20 мА



- ① — Стрелка индикатор
- ② — ЖК дисплей
- ③ — Разъем 220 В
- ④ — Кронштейн крепления плат
- ⑤ — Разъем 4-20 мА
- ⑥ — Кнопки управления
- ⑦ — Заводская табличка
- ⑧ — Кабельный ввод

Исполнение ротаметра:

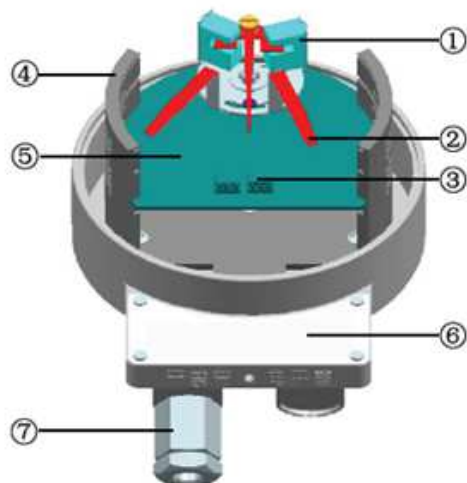
ЖК дисплей со стрелочным индикатором.
Питание 220 В. Токовый выход 4-20 мА.
Опционально связь по HART протоколу



- ① — Стрелка индикатор
- ② — ЖК дисплей
- ③ — Плата ЖК дисплея
- ④ — Модуль преобразования и разъем питания
- ⑤ — Батарея 3,6 В
- ⑥ — Кронштейн крепления плат
- ⑦ — Кнопки управления
- ⑧ — Заводская табличка

Исполнение ротаметра:

ЖК дисплей с индикаторной стрелкой. Источник питания - батарея 3,6 В. Без кабельного ввода.

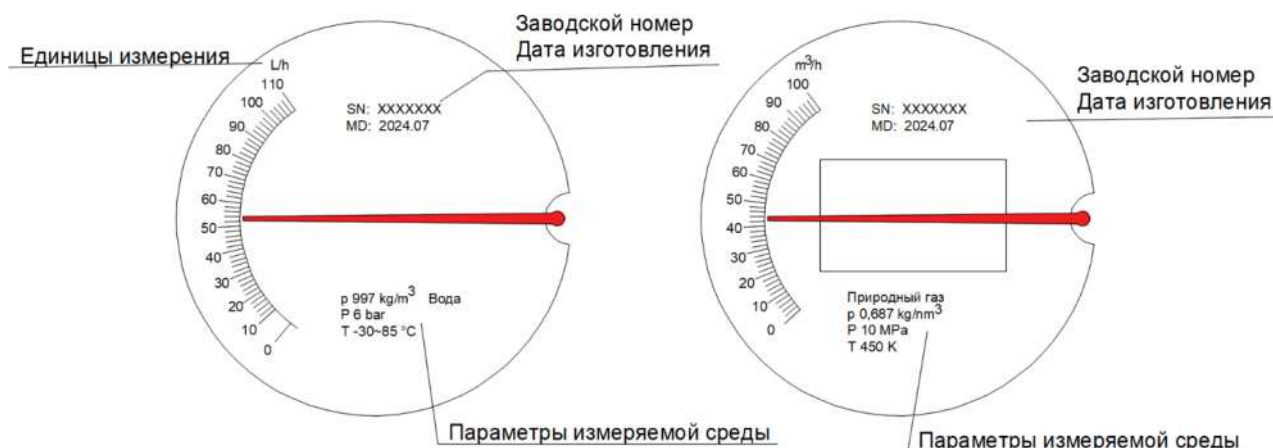


- ① — Узел предельного выключателя
- ② — Предельный выключатель
- ③ — Клеммная колодка
- ④ — Кронштейн крепления плат
- ⑤ — Пластина концевого выключателя
- ⑥ — Заводская табличка
- ⑦ — Кабельный ввод

Исполнение ротаметра:

Стрелочный индикатор. С одним или двумя предельными выключателями с внешним транзисторным усилителем.

Шкала механического ротаметра Шкала ротаметра с ЖК дисплеем



3.3 Выходные сигналы

Ротаметры имеют следующие выходные сигналы:

- индикатор;
- ЖК дисплей (опционально);
- аналоговый токовый сигнал (опционально);
- цифровой протокол HART™ (опционально);
- до двух предельных выключателей (опционально; при отсутствии выходного сигнала и ЖК дисплея).

1. Аналоговый токовый выходной сигнал

Значение силы тока в цепи токового выходного сигнала лежит в пределах 4 – 20 мА и линейно зависит от объемного расхода. Значение силы тока 4 мА соответствует нулевому расходу. Значение силы тока 20 мА соответствует верхнему пределу диапазона измерений ротаметра. Параметры аналогового токового сигнала представлены в таблице.

Пределы диапазона, мА	4...20
Сопротивление нагрузки, Ом	не более 750
Напряжение питания токовой цепи, В	от 14 до 30
Номинальная мощность, Вт	Менее 1

2. Цифровой выходной сигнал

По цифровому сигналу передаются данные с помощью частотной модуляции на токовом выходе 4...20 мА по стандарту протокола HART™

По цифровому выходному сигналу передаются следующие параметры:

- суммарный объем;
- мгновенный расход;
- сетевой адрес.

3.4 Используемые материалы

Материалы элементов конструкции ротаметра приведены в таблице

Материалы элементов конструкции ротаметра.	Материал
Корпус узла индикации и крышки	Алюминиевый сплав
Фланцы	нержавеющая сталь 304
	нержавеющая сталь 316
Проточная часть	нержавеющая сталь 304
	нержавеющая сталь 316
	фторопласт PTFE-тефлон для давления до 4,0 МПа
Поплавок	нержавеющая сталь 304, магнитная сталь
	нержавеющая сталь 316, магнитная сталь
	футеровка: фторопласт (F46); магнитная сталь
Прокладки для уплотнения фланцев (уплотнения муфтового и зажимного присоединения)	Согласно строки заказа (для фланцевого исполнения) силиконовая резина (для муфтового и зажимного исполнений)
Магнитный фильтр	нержавеющая сталь 304, магнитная сталь (стандартное исполнение) футеровка: фторопласт PTFE-тефлон нержавеющая сталь 304; магнитная сталь

3.5 Взрывозащита

Электрические элементы электронного блока ротаметра взрывозащищенных исполнений заключены во взрывонепроницаемую оболочку, выдерживающую давление внутреннего взрыва взрывоопасной смеси без передачи воспламенения во внешнюю взрывоопасную газовоздушную среду, окружающую оболочку.

Взрывоустойчивость и взрывонепроницаемость оболочки электронного блока соответствует требованиям для электрооборудования подгруппы ПС по ГОСТ IEC 60079-1-2013. Оболочка испытывается на взрывоустойчивость в соответствии с требованиями ГОСТ IEC 60079-1-2013. Параметры взрывонепроницаемых соединений: осевая длина резьбы, число полных неповрежденных витков зацепления резьбовых соединений соответствуют требованиям ГОСТ IEC 60079-1-2013 для электрооборудования подгруппы ПС. Смотровое окно загерметизировано в металлическую оправу крышки оболочки электронного блока так, что составляет с крышкой нераздельное целое.

Ротаметры предназначены для работы с источником питания и другими электротехническими устройствами, имеющими искробезопасные электрические цепи по ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011) и искробезопасные параметры (уровень искробезопасной электрической цепи и подгруппу электрооборудования), соответствующие условиям применения ротаметров во взрывоопасной зоне. Емкость и индуктивность электрических цепей ротаметров установлены с учетом требований искробезопасности для электрооборудования подгруппы ПС по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011).

Резервирование защитных элементов для искробезопасных цепей уровня «ib» выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

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 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011).

Защита ротаметров от воспламенения горючей пыли обеспечивается применением «защиты от воспламенения пыли оболочками «t» в соответствии с ГОСТ IEC 60079-31-2013, видом взрывозащиты «защита конструкционной безопасностью «с»» в соответствии с требованиями ГОСТ 31441.5-2011 (EN13463-5:2003).

Максимальная температура нагрева оболочки и электрических элементов ротаметров в установленных условиях эксплуатации не превышает допустимого значения для соответствующего температурного класса по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011).

Конструкция ротаметров выполнена с учетом общих требований ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) для электрооборудования, размещаемого во взрывоопасных зонах.

Механическая прочность оболочки электронного блока соответствует требованиям ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) для электрооборудования II группы с высокой степенью опасности механических повреждений. Конструкционные материалы обеспечивают фрикционную и электростатическую искробезопасность по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011).

3.6 Маркировка

Маркировка ротаметра производится на табличке (см. рисунок), прикрепленной к его корпусу. Содержание маркировки приведено в таблице

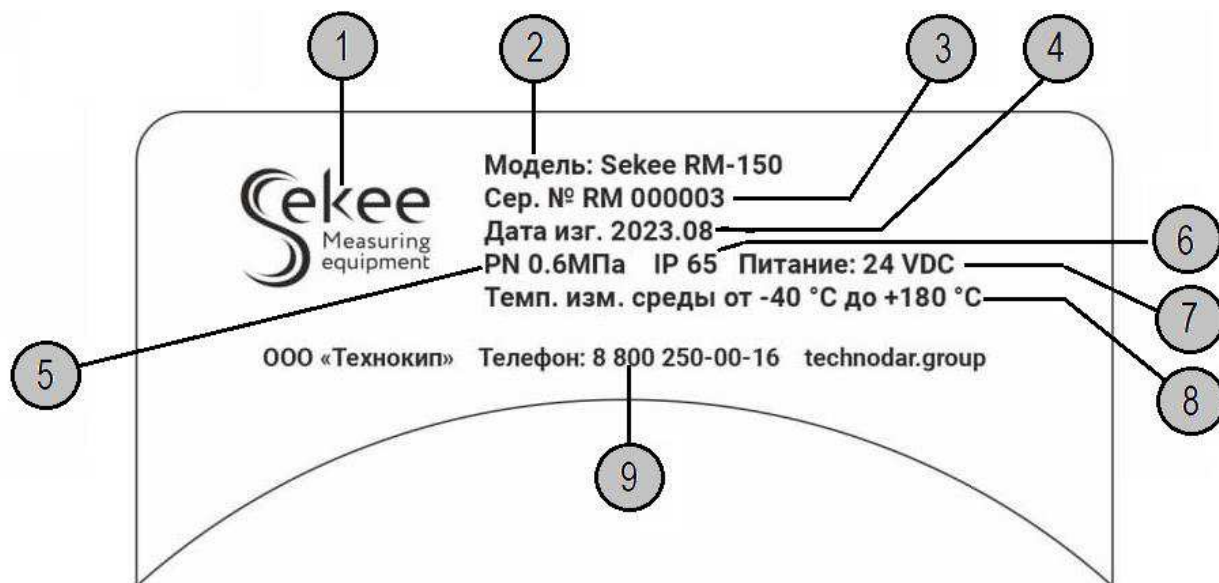


Рис.3.6.1

Номер позиции	Характеристика
1	Товарный знак предприятия изготовителя
2	Модель прибора
3	Заводской номер
4	Дата выпуска
5	Рабочее давление
6	Степень защиты от пыли и влаги
7	Питание выходного сигнала
8	Температура рабочей среды (Тmax)
9	Сведения о производителе

3.7 Комплект поставки

Стандартная комплектация включает в себя:

- ротаметр
- паспорт
- руководство по эксплуатации
- КМЧ* - поставляется по запросу заказчика
- Монтажная технологическая вставка* - поставляется по запросу заказчика

4. Рекомендации по выбору

Выбор исполнения ротаметра:

Одним из важнейших условий надежной работы ротаметров и получения достоверных результатов измерений является соответствие модификации прибора параметрам технологического процесса. Перечень сведений о процессе, необходимых для выбора оптимальной модификации прибора приведен ниже:

- Название измеряемой среды
- Состав и процентное содержание жидкости
- Состав и процентное содержание газа
- Состав и процентное содержание твердых включений
- Плотность измеряемой среды
- Вязкость измеряемой среды
- В каких единицах необходимо производить измерения
- Диапазон измеряемой среды
- **Температуру измеряемой среды в месте измеряемого расхода**
- Температуру окружающей среды
- Давление в системе
- Точность измерения
- Диаметр трубопровода
- Потери давления
- Положение трубопровода в месте измерения
- Требование по взрывозащите

По умолчанию шкала ротаметра отградуирована для объемного расхода воды или объемного расхода воздуха при стандартных условиях, если в листе заказа не были указаны другие параметры среды.

При необходимости самостоятельной корректировки шкалы под параметры конкретной среды следует воспользоваться формулами, приведенными в приложении А.

Выбор типоразмера ротаметра осуществляется в соответствии с реальными значениями расхода в трубопроводе, которые могут отличаться от расчетных (проектных) значений. Типоразмер ротаметра следует выбирать таким образом, чтобы реальное значение расхода измеряемой среды находилось во второй трети нормированного диапазона. В связи с этим, диаметр условного прохода (Ду) ротаметра может быть как равным, так и меньшим, чем условный диаметр трубопровода.

Если реальному расходу в трубопроводе соответствует ротаметр с меньшим, чем у трубопровода диаметром условного прохода, то рекомендуется применять конические переходы. Конические переходы могут быть изготовлены самостоятельно, при этом, для обеспечения минимальных потерь давления, центральный угол конуса должен составлять не более 30°.

Ротаметры с Ду 15, 25, 40, 50, 80 мм имеют несколько стандартных исполнений, отличающихся диапазонами измеряемых расходов.

При выборе ротаметра необходимо учитывать наличие в системе элементов автоматики и регулирования, поскольку при регулировании может возникнуть гидроудар (резкий перепад давления), который может вывести ротаметр из строя.

Для горизонтального исполнения ротаметра минимальное абсолютное давление измеряемой среды равно 0,15 МПа.

Выбор материалов

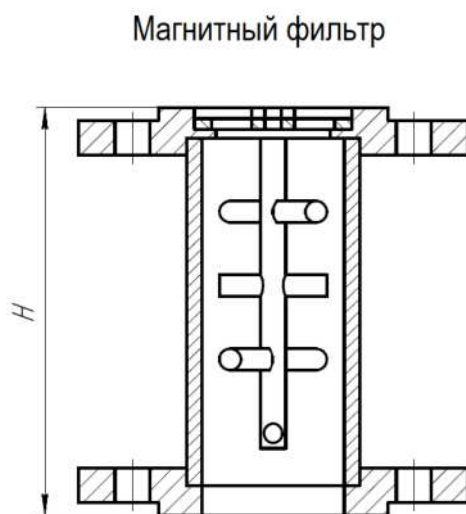
Материалы ротаметра, контактирующие с измеряемой средой, должны быть устойчивы к агрессивному воздействию. В большинстве случаев рекомендуется применять модификации ротаметра с поплавком и измерительной трубкой из нержавеющей стали 304 и нержавеющей стали 316. Для измерения агрессивных сред, следует использовать ротаметрами с поплавком и измерительной трубкой из фторопласта.

Наличие механических и газовых включений

Твердые механические включения и газовые включения в жидкости могут привести к увеличению погрешности измерений.

Магнитный фильтр

Для жидкости, содержащей мельчайшие магнитные частицы железа, или труб с неочищенным сварочным шлаком перед прибором следует установить магнитный фильтр, чтобы предотвратить адсорбцию магнитных частиц железа на поплавке при прохождении потока через поплавок, в результате чего поплавок застревает и не может вернуться на место или двигаться. Магнитный фильтр следует регулярно чистить, чтобы предотвратить полное поглощение эффекта фильтрации. Магнитный фильтр рекомендуется устанавливать на расстоянии от шести до десяти диаметров условного прохода перед ротаметром (магнитный фильтр не входит в длину прямолинейного участка).



Размеры магнитного фильтра

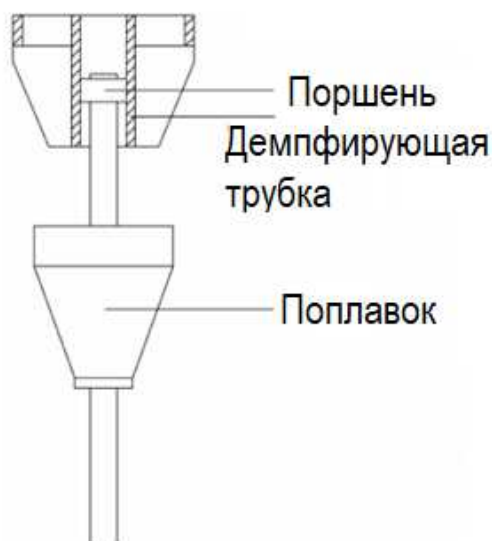
DN, мм	PN, МПа	H, мм
15, 25, 50	1,6 - 4,0	100
	6,3 - 10	150
80, 100	1,6 - 2,5	100
	4	150
150	1,6 - 2,5	150

Демпфирующая система

Назначение ротаметра, оснащенного демпфирующим устройством, состоит в том, чтобы замедлить или даже устранить нестабильные показания, слабые колебания, большие колебания выходного сигнала, которые невозможно использовать по технологическим причинам. Демпфирующее устройство следует устанавливать в следующих случаях:

1. Для измерения давления газа
2. Нестабильное давление в месте установки
3. Чрезмерные изменения внутреннего диаметра трубопровода до и после прибора
4. Прямой участок трубы спереди и сзади прибора не соответствует требованиям правил эксплуатации
5. Средой является газ. В этом случае поток среды в измерительной трубке ротаметра крайне нестабилен, и три силы, действующие на поплавков, не могут достичь сбалансированного состояния, в результате чего поплавков подпрыгивает вверх и вниз. Движение поплавка вверх и вниз передается через систему магнитных соединений, заставляя ось указателя следовать за движением, что в конечном итоге отражается в непрерывном и безостановочном качании указателя, а диапазон выходной мощности велик.

Демпфирующее устройство



Примечание. Для достижения условий стабильной работы прибора при проектировании необходимо чтобы рабочее давление было стабильным и не менее чем в 5 раз превышало потерю давления прибора.

5. Указания мер безопасности

Общие указания

К монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию ротаметров должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими устройствами.

Все операции по эксплуатации и поверке ротаметров необходимо выполнять с соблюдением требований по защите от статического электричества.

Монтаж ротаметра на трубопровод и демонтаж с трубопровода должны производиться при полном отсутствии избыточного давления в трубопроводе и отключенном

напряжении питания. Электрический монтаж также следует производить только при отключенном напряжении питания.

При проведении монтажных, пуско-наладочных работ и ремонта запрещается:

- производить замену электрорадиоэлементов при подключенном напряжении питания прибора;
- подключать ротаметр к источнику питания с выходным напряжением, отличающимся от указанного в настоящем РЭ;
- использовать электроприборы, электроинструменты без их подключения к шине защитного заземления, а также в случае их неисправности.

При проведении монтажных работ опасными факторами являются:

- напряжение питания переменного тока с действующим значением 220В и выше, частотой 50 Гц (при расположении внешнего источника питания в непосредственной близости от места установки);
- избыточное давление измеряемой среды в трубопроводе;
- повышенная температура измеряемой среды;
- токсичность измеряемой среды.

Запрещается установка и эксплуатация ротаметров в условиях превышения предельно допустимых параметров давления и температуры измеряемой среды.

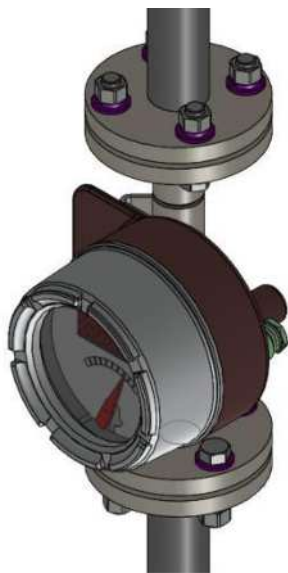
Запрещается эксплуатация ротаметра при снятых крышках, а также при отсутствии заземления корпуса.

6. Монтаж ротаметров на трубопроводе

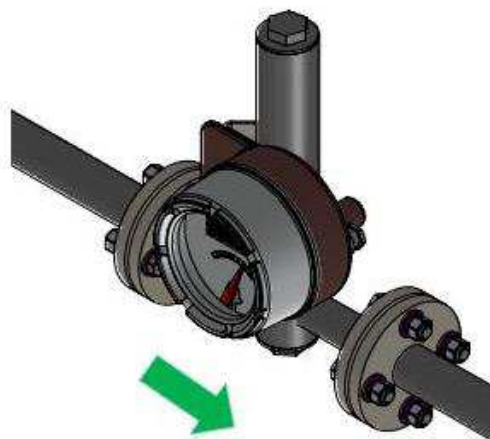
Выбор места установки

При выборе места установки ротаметров следует руководствоваться правилами:

- Ротаметр должен устанавливаться на строго вертикальном участке трубы с направлением потока среды снизу вверх (для стандартного исполнения ротаметра) либо на строго горизонтальном участке с направлением потока среды слева направо



Вертикальное размещение на трубопроводе
Движение потока снизу вверх



Горизонтальное размещение на трубопроводе
Движение потока слева направо

- Минимальная длина прямолинейных участков перед ротаметром и после него должна составлять не менее пяти диаметров условного прохода.

Схема установки ротаметра на вертикальный трубопровод

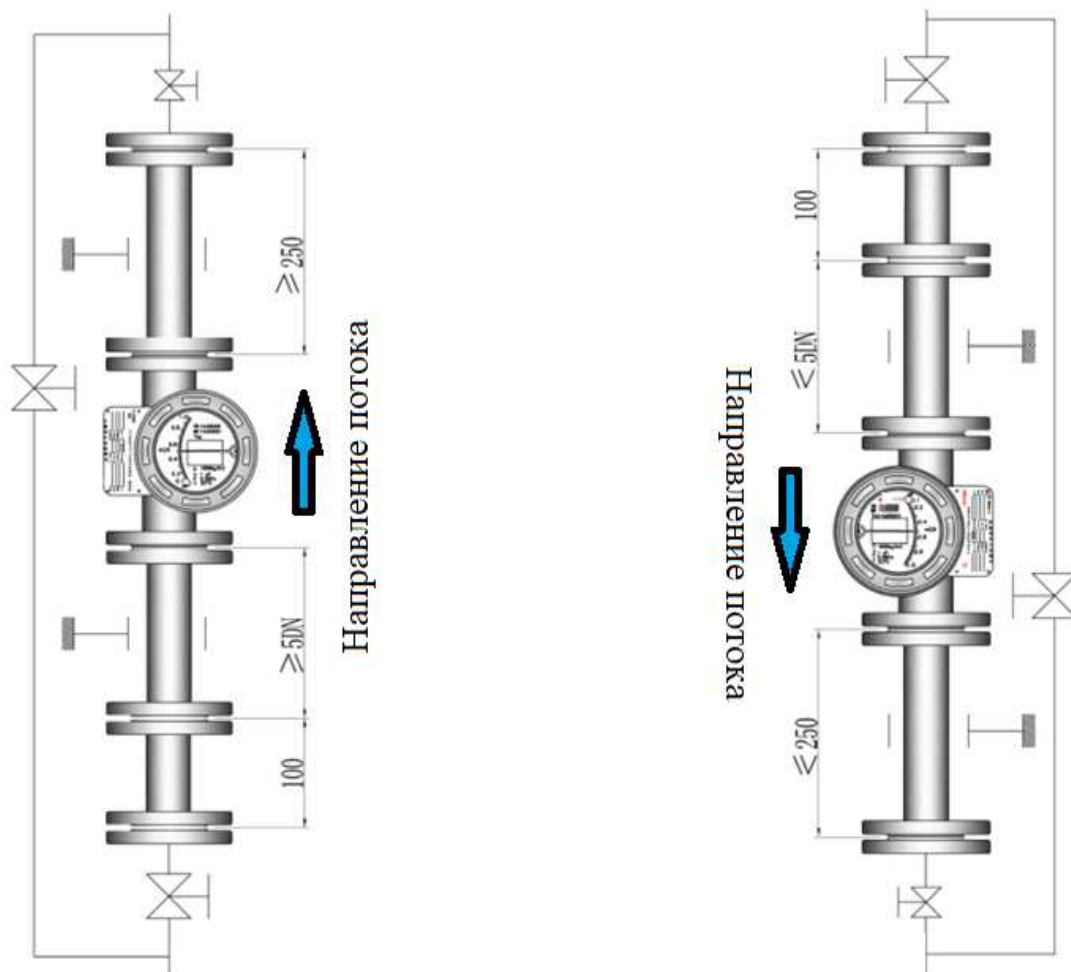
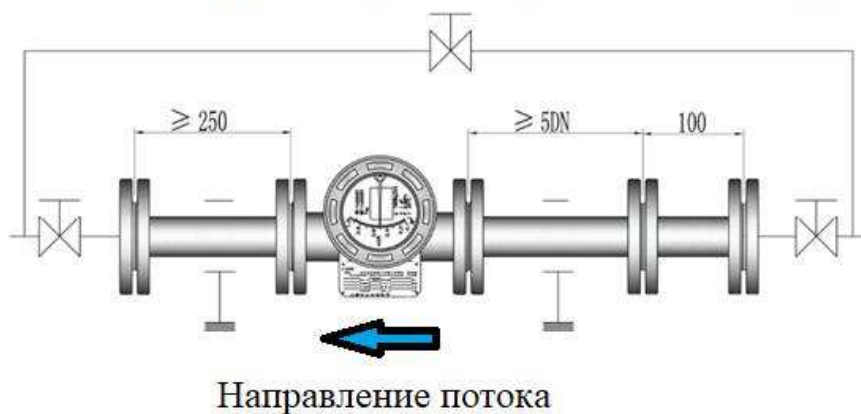


Схема установки ротаметра на горизонтальный трубопровод



- В месте установки прибора должна отсутствовать сильная вибрация, высокие температуры и сильные магнитные поля. Поэтому не рекомендуется устанавливать прибор в непосредственной близости от трансформаторов, силовых агрегатов и других механизмов создающих вибрацию и электромагнитные наводки.
- Регулирующие устройства должны устанавливаться после ротаметра.

- Устройства отключения предпочтительнее устанавливать до ротаметра.
- Магнитный фильтр рекомендуется устанавливать на расстоянии от шести до десяти диаметров условного прохода перед ротаметром (магнитный фильтр не входит в длину прямолинейного участка).
- Ротаметр не должен устанавливаться в месте напряжения трубопровода и не должен являться опорой трубопровода.
- Рекомендуется предусмотреть защиту от попадания влаги на корпус ротаметра.
- Ротаметр следует устанавливать в легкодоступных местах. Вокруг него должно быть обеспечено свободное пространство для удобства монтажа и последующего обслуживания.

Индикатор прибора должен находиться в месте, удобном для считывания данных оператором. Перед установкой ротаметра трубопровод следует тщательно прочистить, продувая все посторонние вещества, предотвращающие попадание магнитных частиц, которые могли бы прикрепиться к ротаметру. Магнитный фильтр должен быть установлен в направлении потока перед ротаметром, чтобы избежать блокировки поплавка. Включение ротаметра в работу должно производиться плавным открытием вентиля, исключая удар поплавка о стенки трубы.

7. Подключение к электросети

- Подключение к электросети должно выполняться только при отключенном устройстве.
- Рекомендуемый диаметр кабеля составляет 8-13 мм; кабель изогнут в U-образной форме на входе в кабельный интерфейс, чтобы обеспечить точки стекания воды; при соединении кабелей не используются ферромагнитные материалы, а ферромагнитное вещество будет влиять на результаты измерений.

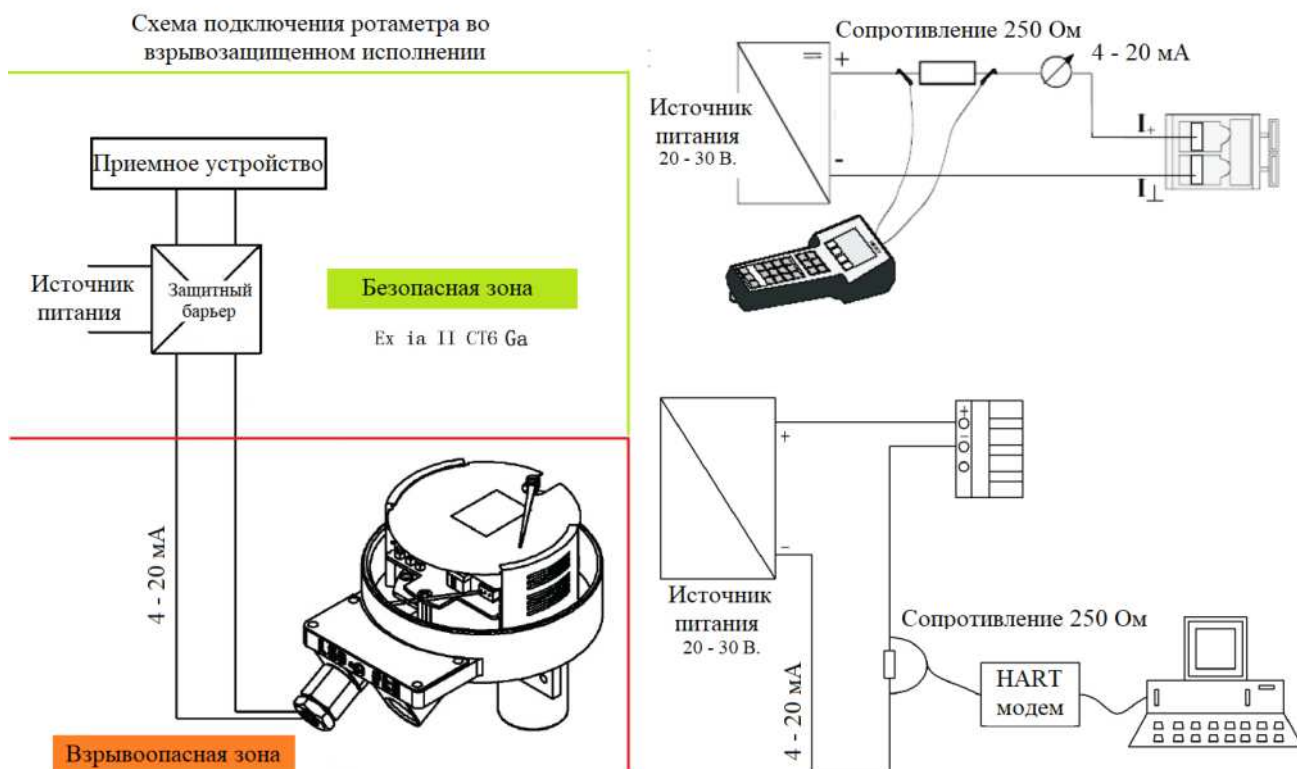
U-образная петля для исключения попадания жидкости в электронный блок при стекании ее по кабелю



- После открытия передней крышки индикатора подсоедините кабель через контурный разъем к клемме, затем затяните контргайку контурного разъема, а затем затяните переднюю крышку индикатора, чтобы убедиться, что корпус находится в герметичном состоянии.
- жилы проводов должны быть зачищены и закреплены к клеммам таким образом, чтобы исключалось их замыкание между собой или на корпус прибора
- для минимизации помех при передаче аналогового сигнала 4-20 мА, в качестве кабеля рекомендуется использовать экранированную витую пару; заземление кабеля должно быть обеспечено только с одной стороны (рекомендуется со стороны источника питания);
- не рекомендуется прокладывать сигнальный кабель в одном кабелепроводе или открытом желобе с силовой проводкой, а также вблизи мощных источников

электромагнитных полей; при необходимости допускается заземление сигнальной проводки в любой точке сигнального контура.

Варианты подключения ротаметра показаны на рисунке



8 Заземление прибора:

Во время эксплуатации при перемещении не электропроводимых жидкостей, может произойти разделение зарядов в измерительной трубке. По этой причине оператору необходимо обеспечить постоянное заземление ротаметра через технологические подключения, чтобы разгружать электростатические накопления. Если нет возможности провести заземление через стальные трубопроводы, т. к. трубопровод выполнен из пластика или не определённые соединения, ротаметр должен быть заземлён через отдельные линии с собственным выравнивателем потенциала.

Также переходные процессы, наведенные молнией, сваркой, мощным электрооборудованием или коммутаторами, могут привести к искажению показаний ротаметра или повредить его. Для защиты этих факторов следует обеспечить соединение клеммы заземления, находящейся на индикаторном блоке, с шиной заземления через проводник, предназначенный для эксплуатации в условиях больших токов. Не рекомендуется использовать один проводник для заземления двух и более приборов.

9. Поверка

Общие сведения о поверке

Первичной поверке подвергаются ротаметры при выпуске из производства, прошедшие приемо-сдаточные испытания, и принятые службой контроля качества на соответствие требованиям ТУ 26.51.52-001-86039744-2024

Поверка изделий производится также в следующих случаях:

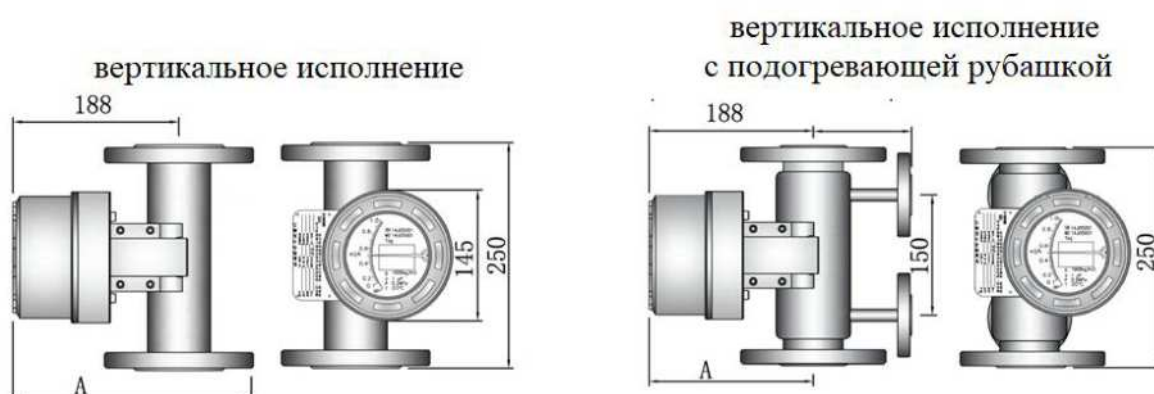
- перед вводом в эксплуатацию при хранении изделия более 60 месяцев;
- после ремонта;
- при эксплуатации каждые 5 лет;
- внеочередная поверка может проводиться в процессе эксплуатации, если необходимо удостовериться в исправности изделия или утрате документов, подтверждающих прохождение очередной поверки.
- после калибровки в отверстие на одном из винтов, с помощью которых электронный блок фиксируется на трубе, продевается проволока, которая пломбируется. На проволоку наносится клеймо поверителя.

Методика поверки

Операции, условия, средства и методика проведения поверки, обработка результатов измерения и калибровка проводятся в соответствии с ГОСТ 8.122-99 «Ротаметры. Методика поверки».

10. Габаритные размеры

Ротаметры. Стандартное исполнение.

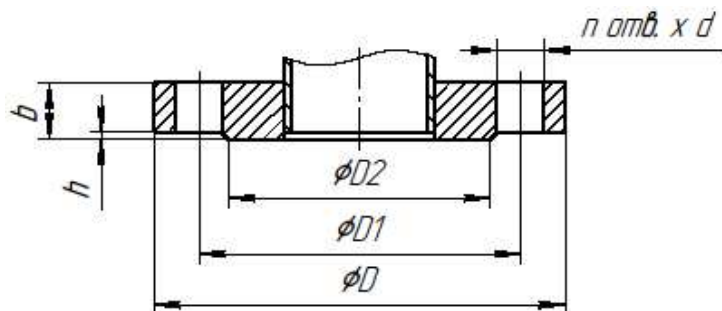


Габаритные размеры приведены в таблице:

DN, мм	А, мм	В, мм	Вес, кг	
			Стандартное исполнение	С подогревающей рубашкой
15	235	100	3,5	7
25	245	110	5	10
50	270	120	10	13
80	290	140	15,5	19
100	300	150	17	21
150	330	180	30	38

Для обеспечения стабильных условий при измерениях (исключить влияние температуры окружающей среды) используют рубашку обогрева. При комплектации ротаметра рубашкой обогрева, допускается его использование при температуре окружающей среды до минус 60°C. Работоспособность цифрового индикатора обеспечивается при температуре окружающей среды от минус 20 °C до 60 °C. Воздействие более низких или высоких температур окружающей среды не приводит к повреждению цифрового

индикатора, при этом его показания могут быть нечитаемыми, частота его обновлений снижается. Ротаметр при этом остается в работоспособном состоянии.
Для заказа рубашки обогрева необходимо указать в опросном листе ее необходимость.

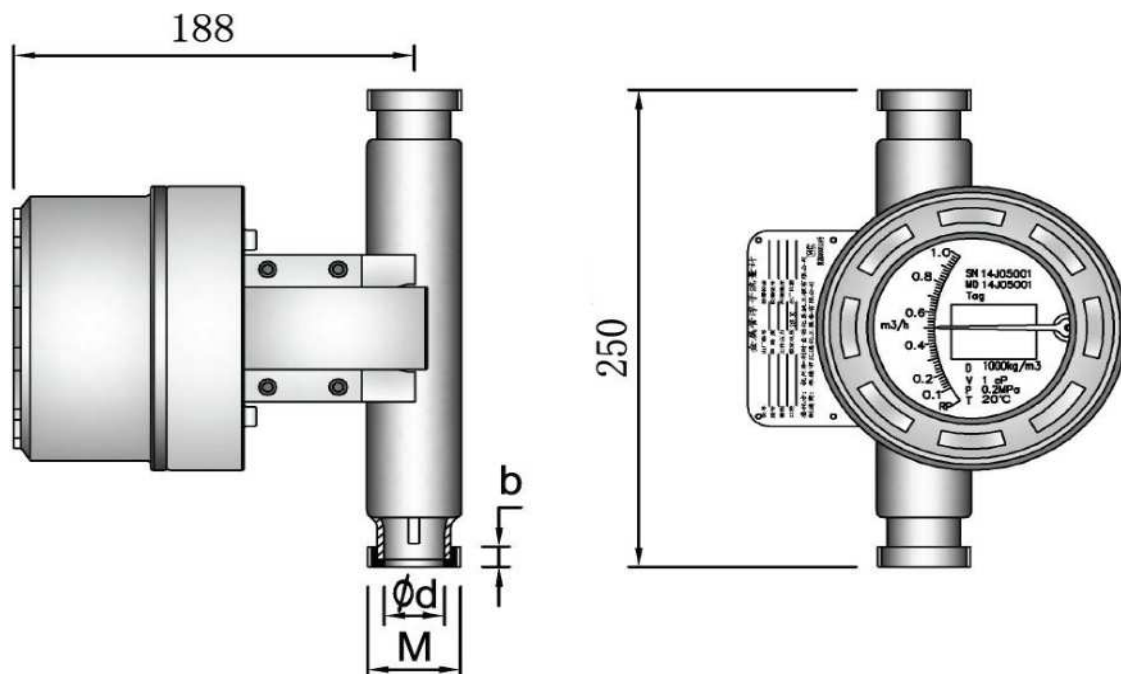


Размеры фланцев ротаметра

DN, мм	PN, МПа	D2, мм	D1, мм	D, мм	b, мм	h, мм	d, мм	n
015	1,6	46*	65	95	15	2	14	4
	2,5							
	4,0							
	10,0	46	75	105	20			
025	1,6	65	85	115	15	2	14	4
	2,5							
	4,0							
	10		100	140	24		18	
040	1,6	84	110	150	17	2	18	4
	2,5							
	4,0							
	10		125	170	26		22	
050	1,6	99	125	165	17	2	18	4
	2,5							
	4,0							
	10		145	195	28		26	
080	1,6	132	160	195	24	2	18	4 8
	4,0					2		
100	1,6	156	180	220	22	2	18	8
	4,0		190	235	24	2	22	
150	1,6	211	240	285	24	2	22	8
	4,0		250	300	28	2	26	

Ротаметры, изготовленные с круглой резьбой пищевого типа DIN 11851 и SMS

Ротаметр с резьбовым соединением металлических трубок. Расходомеры, изготовленные с круглой резьбой пищевого типа DIN 11851 и SMS, предназначены для пищевой и фармацевтической промышленности. Потребители также могут заказать расходомеры с другой резьбой в соответствии с требованиями.

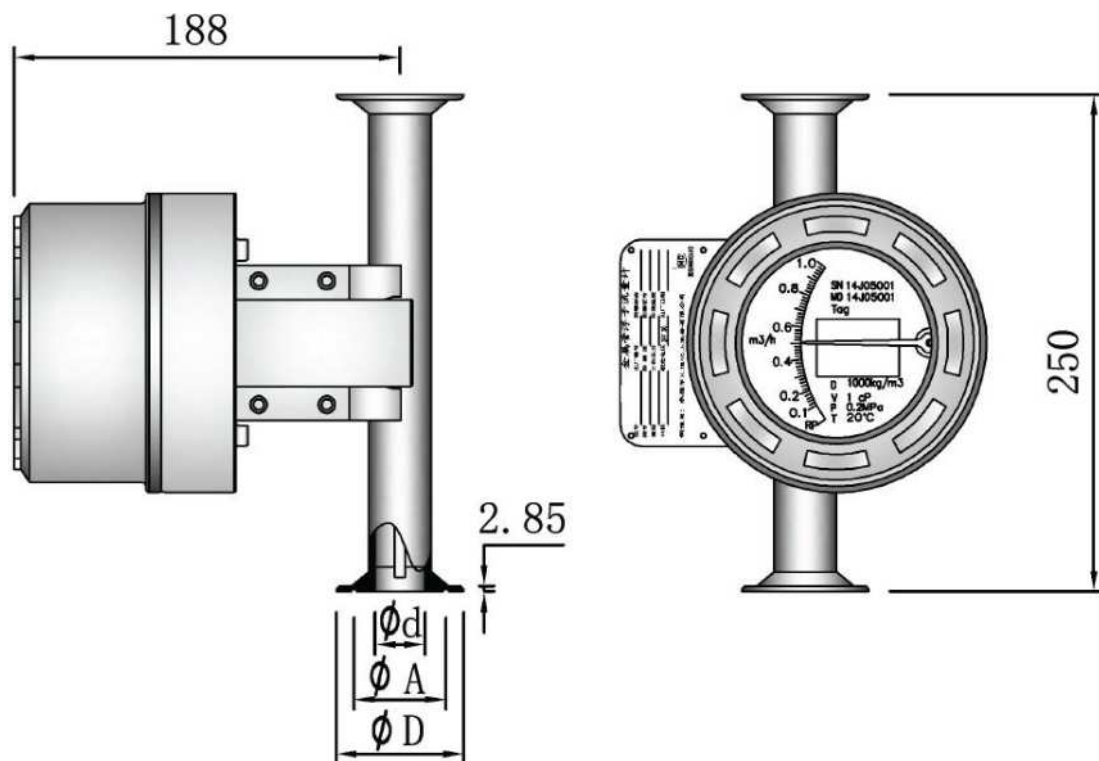


Присоединительные размеры ротаметров с круглой резьбой пищевого типа

Размер и давление Номинальное значение		Размер (мм)					
		DIN 11851 Резьба санитарного типа			SMS Резьба санитарного типа		
DN мм	DN МПа	M	d	b	M	d	b
DN15	PN4.0	Rd34*1/8	16	12	Rd40*1/6	22.6	12
DN25	PN4.0	Rd52*1/6	26	14	Rd60*1/6	35	14
DN50	PN4.0	Rd78*1/6	50	14	Rd70*1/6	48.6	14
DN80	PN2.5	Rd110*1/4	81	20	Rd98*1/6	72.9	20
DN100	PN2.5	Rd130*1/4	100	20	Rd132*1/6	97.6	20

Ротаметры с металлической трубкой зажимного типа – быстросъемное соединение.

Расходомер этого типа может использоваться в пищевой промышленности



Присоединительные размеры приборов с зажимным соединением

Размер	номинальное давление	Размер (мм)		
DN мм	PN МПа	D	A	d
DN15	PN 4.0	50.5	43.5	18
DN25	PN 4.0	50.5	43.5	25.4
DN40	PN 4.0	50.5	43.5	38.1
DN50	PN 4.0	64.0	56.5	50.8
DN80	PN 1.6	106.0	97.0	89.1
DN100	PN 1.6	119.0	110.0	100

10. Комплект поставки

Комплектность поставки в зависимости от конфигурации заказанного расходомера должна соответствовать таблице

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Счетчик- расходомер	Sekee MASS V-xxx H	1	по требованию Заказчика
Руководство по эксплуатации	РЭ	1	На партию до 10 штук
Паспорт	ПС	1	
Акт заводских испытаний		1	

ВНИМАНИЕ!

При получении ротаметра, необходимо:

- проверить состояние упаковки на предмет отсутствия повреждений;
- проверить комплектность поставки;

- сравнить соответствие ротаметра спецификации, указанной в заказе.

В случае повреждения упаковки, несоответствия комплектности или спецификации, следует составить акт.

11. Транспортирование и хранение

Транспортирование

При транспортировании прибора рекомендуется соблюдать следующие требования:

- || ротаметр должен транспортироваться в транспортной таре, которая не должна допускать возможность механического повреждения прибора;
- || рекомендуется транспортную тару выкладывать изнутри водонепроницаемой бумагой;
- || транспортирование должно осуществляться при температуре окружающей среды в пределах от -60 до +70°C при относительной влажности воздуха до 100% при 35°C;
- || должна быть обеспечена защита прибора от атмосферных осадков;
- || допускается транспортирование всеми видами закрытого транспорта, в том числе воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках, в соответствии с правилами перевозки, действующими для данного вида транспорта;
- || должны соблюдаться требования на манипуляционных знаках упаковки;
- || допускается транспортирование ротаметров в контейнерах;
- || способ укладки ящиков на транспортирующее средство должен исключать их перемещение;
- || во время погрузочно-разгрузочных работ ящики не должны подвергаться резким ударам;
- || срок пребывания ротаметров в соответствующих условиях транспортирования – не более 3 месяцев;
- || после транспортировки прибора при температуре менее 0°C, тара с ротаметром распаковывается не менее, чем через 12 часов после нахождения прибора в теплом помещении;
- || при транспортировании ротаметра вне тары не следует переносить его, удерживая за блок индикатора.

Хранение

Ротаметры могут храниться в неотапливаемых помещениях с температурой воздуха от -60 до +40°C.

Ротаметры могут храниться как в транспортной таре с укладкой в штабеля до 3 ящиков по высоте, так и без упаковки. Длительное хранение рекомендуется производить в упаковке предприятия-изготовителя.

12. УТИЛИЗАЦИЯ

Ротаметры не содержат вредных веществ и компонентов, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды в процессе и после окончания срока службы и при утилизации.

Утилизация ротаметра осуществляется отдельно по группам материалов: пластмассовые элементы, металлические элементы корпуса и крепежные элементы.

1. Утилизации подлежат ротаметры выработавшие ресурс и непригодные к дальнейшей эксплуатации.
2. Ротаметры, выработавшие ресурс, не подлежат размещению на полигоне ТБО.
3. Утилизация расходомеров производится специализированными организациями, в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.
4. После передачи на утилизацию и разборки ротаметров, детали конструкции, годные для дальнейшего употребления, не содержащие следов коррозии и механических воздействий,

допускается использовать в качестве запасных частей. Полезные компоненты ротаметров (черные металлы, цветные металлы, элементы микросхем, пластик АБС и пр.) направляются на вторичную переработку.

5. Электронные компоненты, извлеченные из ротаметров, дальнейшему использованию не подлежат.

6. Ротаметры не содержат драгоценных металлов.

7. Ротаметры поставляются потребителю в картонной, полимерной, деревянной таре. Упаковочные материалы передаются на утилизацию (вторичную переработку) специализированным организациям.

13. Срок службы, гарантии изготовителя

Срок службы/эксплуатации ротаметра не менее 10 лет. Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев со дня отгрузки потребителю. В течение гарантийного срока завод-изготовитель удовлетворяет требования потребителя в отношении недостатков товара в соответствии с действующим законодательством, при условии соблюдения потребителем правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. В случае обнаружения дефектов поставленных изделий в период действия гарантийных обязательств, потребителю необходимо сообщить об этом предприятию изготовителю с указанием наименования изделия и его заводского номера. Дальнейшее взаимодействие потребителя и изготовителя осуществляется по ГОСТ Р 55754-2013.

Адрес изготовителя: ООО «ТехноКИП» 185034, Республика Карелия, город Петрозаводск, переулок 6-й Гвардейский, 7А, пом.1 тел./факс: 8-8142-593093
e-mail: info@technodar.group

14. Возможные неисправности и методы их устранения

По умолчанию на заводе изготовителе ротаметр изготавливается под определенные условия указанные заказчиком в опросном листе. Шкала ротаметра отградуирована для объемного расхода воды или объемного расхода воздуха при стандартных условиях. Ротаметр не нуждается в техническом обслуживании. **Техническое обслуживание и ремонт производится на предприятии изготовителе.**

Неисправности и возможные причины их возникновения описаны в таблице приведенной ниже:

Неисправность	Возможные причины	Устранение
При включении, эл. оборудование, контакты, цифровой индикатор не работают	- неправильное подключение; - напряжение питания не соответствует требованиям РЭ	- проверить схему подключения; - проверить источник питания и установить напряжение питания в соответствии с РЭ.
При включенном ротаметре показания на ЖК дисплее не соответствуют показаниям стрелочного индикатора	- неправильное подключение	Проверить правильность подключения клемм минус и земля
Запотевание смотрового стекла	- крышка блока повреждена; - уплотнение крышки повреждено; - кабельный ввод не затянут - слишком высокое температурное колебание	- заменить крышку; - заменить уплотнение; - затянуть кабельный ввод
При наличии расхода стрелка находится в нулевом состоянии	- стрелка застряла; - поплавков застрял (загрязнение)	- снять крышку прибора и перенастроить стрелку; - почистить поплавков (и демпфер, если установлен)
При наличии фиксированного значения расхода наблюдаются колебания стрелки ротаметра, расход отображаемый ротаметром не стабилен и не соответствует действительности	Давление измеряемой среды ниже потерь давления для данного типоразмера ротаметра	Усилить напор измеряемой среды для установления давления, превышающего потери давления на ротаметре
Стрелка ротаметра показывает фиксированное значение расхода и не меняет свое положение на шкале при изменении расхода или отсутствии расхода.	- блокирование поплавка ротаметра из-за засорения (загрязнения)	- почистить поплавков (и демпфер, если установлен). Вывести ротаметр из эксплуатации и очистить проточную часть прибора. Произвести повторный ввод в эксплуатацию.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Методика измерений.

1. Область применения

Настоящее приложение описывает методику выполнения измерений с помощью ротаметра Sekee RM объемного расхода жидкостей и газа.

2. Нормативные ссылки.

ГОСТ 8.618-2006. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений объемного и массового расходов газа.

ГОСТ 8.510-2002. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений объема и массы жидкости.

Технические условия ТУ 26.51.52-001-86039744-2024. Ротаметры Sekee RM

3. Термины и определения

В настоящей методике применимы термины по ГОСТ 15528, ГОСТ 8.586.1, РМГ 29-99, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1. Ротаметр: Ротаметр Sekee RM.

3.2. Изготовитель: Организация, проектирующая, изготавливающая, продающая и поставляющая расходомер – ООО «ТехноКИП»

3.3. Пользователь: Организация, эксплуатирующая расходомер.

3.4. Измерительный трубопровод (ИТ): Участок трубопровода с установленным расходомером, предназначенным для учета жидкости или газа.

3.5 Вставка монтажная: Труба с фланцами или фитингами, имеющий одинаковые габаритно-присоединительные размеры с расходомером, вместо которого вставка монтируется на ИТ при необходимости.

3.6. Рабочие условия: Параметры потока и среды в месте размещения расходомера.

3.7. Стандартные условия: жидкая среда – вода при температуре 20° С; плотностью 1000 кг/м³

Газообразная среда – воздух при температуре 20° С и давлении 0,1013 МПа, плотностью 1,204 кг/м³.

3.8. Измеряемая среда, среда: жидкость или газ, находящиеся в однофазном состоянии, протекающие через ИТ, в котором установлен расходомер.

4. Метод измерения

Ротаметр состоит из двух основных узлов - измерительного узла и узла индикации.

Проточная часть ротаметров представляет собой коническую измерительную трубку, в которой перемещается поплавков специальной формы с магнитом. Магнит поплавка взаимодействует с магнитом отсчетного устройства, которое преобразует линейное перемещение поплавка в угловое. Считывание показаний местное и удалённое. Для местного считывания возможны исполнения с угловой шкалой со стрелкой, а также с жидкокристаллическим дисплеем (далее - ЖК). Для удалённого считывания возможны исполнения с аналоговым выходом 4...20 мА и с цифровым выходом по протоколам Modbus® или HART™

5. Требования к безопасности.

5.1. К проведению монтажа и выполнению измерений допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на расходомер и вспомогательное оборудование, прошедшие инструктаж по технике безопасности, получившие допуск к самостоятельной работе, знающие требования нормативных документов.

- 5.2. Перед началом работ необходимо проверить соответствие расходомера эксплуатационной документации, наличие и целостность маркировок взрывозащиты, крепежных элементов, целостность оболочек и корпусов расходомера.
- 5.3. При монтаже и эксплуатации расходомера должны соблюдаться требования промышленной безопасности, охраны труда, взрывобезопасности, пожарной безопасности и санитарно-технических правил согласно действующему законодательству.
- 5.4. Установка и демонтаж оборудования на ИТ, проведение ремонтных работ должны производиться только на разгруженных по давлению ИТ. ИТ, в которых может содержаться опасный газ должны быть предварительно продуты воздухом или инертным газом.
- 5.5. Руководство по эксплуатации расходомера должно быть доступно обслуживающему персоналу.
6. Условия применения ротаметра.
- 6.1. Условия применения ротаметра должны соответствовать требованиям, установленным к следующим характеристикам: давлению, температуре, плотности и скорости потока газа; давлению, температуре и влажности окружающей среды; характеристикам энергоснабжения, допускаемым уровням напряженности электромагнитных полей, промышленных радиопомех и вибраций.
- 6.2. Ротаметр должен устанавливаться на строго вертикальном участке трубы с направлением потока среды снизу вверх (для стандартного исполнения ротаметра) либо на строго горизонтальном участке с направлением потока среды слева направо.
- 6.3. Минимальная длина прямолинейных участков перед ротаметром и после него должна составлять не менее пяти диаметров условного прохода.
7. Градуировка прибора с учетом параметров измеряемой среды.
Первоначально ротаметры калибруются при стандартных условиях.
- 7.1 Определение поправочного коэффициента K_x
- а.** Если объемный расход Q_v воды или жидкости указан пользователем, то для расчета K_a используется следующая формула:

$$K_a = \sqrt{\frac{(\rho_s - 1) \times \rho}{\rho_s - \rho}}$$

ρ -- плотность измеряемой среды.

Под жидкой средой понимается плотность (г/см³) при 20°С, 0,1013 МПа. Под газовой средой понимается плотность (кг/м³) при 20°С, 0,1013 МПа.

ρ_s плотность выбранного поплавка.

Плотность поплавка из нержавеющей стали составляет 7,8 г/см³

Плотность поплавка из ПТФЭ составляет 3,4 г/см³

Плотность поплавка из сплава на основе никеля - 8,3 г/см³

b. Если массовый расход Q_m жидкости указан пользователем, то для расчета K_b используется следующая формула:

:

c. Если пользователь указывает объемный расход Q_v газа в стандартных условиях (0°C , $0,1013$ МПа), то для расчета K_c используется следующая формула:

$$K_c = \sqrt{\frac{\rho \times P_n \times T}{\rho_n \times P \times T_n}}$$

ρ -- плотность измеряемой среды.

Под жидкой средой понимается плотность (г/см^3) при 20°C , $0,1013$ МПа. Под газовой средой понимается плотность (кг/м^3) при 20°C , $0,1013$ МПа.

Плотность поплавка из сплава на основе никеля - $8,3$ г/см^3

Плотность воздуха при (20°C , $0,1013$ МПа) в состоянии калибровки, $1,205$

$^\circ\text{C}$,

(кг/м^3)

$$K_b = \sqrt{\frac{\rho_s - 1}{(\rho_s - \rho) \times \rho}}$$

Температура измеряемой среды (К)

Температура калибруемой среды ($293,15$ К)

Давление измеряемой среды (МПа)

Давление калибровочной среды ($0,1013$ МПа)

$8,8$ г/см^3

Плотность поплавка из сплава на основе никеля - $8,3$ г/см^3

d. Если объемный расход Q_v газа в рабочих условиях указан пользователем, то для расчета K_d используется следующая формула:

$$K_d = 0.932 \times \sqrt{\frac{\rho \times P \times T_n}{\rho_n \times P_n \times T}}$$

ρ -- плотность измеряемой среды.

Под жидкой средой понимается плотность (г/см^3) при 20°C , $0,1013$ МПа. Под газовой средой понимается плотность (кг/м^3) при 20°C , $0,1013$ МПа.

T Абсолютная температура измеряемой среды (К)

T_n Абсолютная температура калибруемой среды ($293,15$ К)

P Абсолютное давление измеряемой среды (МПа)

P_n Абсолютное давление калибровочной среды ($0,1013$ МПа)

e. Если массовый расход Q_m газа указан пользователем, то для расчета K_s используется следующая формула:

$$K_e = \frac{1}{1.293} \times \sqrt{\frac{\rho_n \times P_n \times T}{\rho \times P \times T_n}}$$

ρ -- плотность измеряемой среды.

Под жидкой средой понимается плотность (г/см³) при 20°C, 0,1013 МПа. Под газовой средой понимается плотность (кг/м³) при 20°C, 0,1013 МПа.

ρ_n Плотность воздуха при (20°C, 0,1013 МПа) в состоянии калибровки, 1,205 кг/м³

Абсолютная температура измеряемой среды (К)

T_n Абсолютная температура калибруемой среды (293,15 К)

P Абсолютное давление измеряемой среды (МПа)

P_n Абсолютное давление калибровочной среды (0,1013 МПа)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица адресов регистров MODBUS

Starting address/quantity	Register address number	Register type	variable name	Data type	Function Code
0x0000 / 2	0001~0002	Hold	instantaneous flow rate	Float	03
0x0002 / 2	0003~0004	Hold	Instantaneous flow velocity	Float	03
0x0004 / 2	0005~0006	Hold	Present current value	Float	03
0x0006 / 2	0007~0008	Hold	Cumulative integer	Long	03
0x0008 / 2	0009~0010	Hold	Cumulative decimal	Float	03
0x000a / 2	0011~0012	Hold	accumulated value	Float	03, 16
0x000c / 2	0013~0014	Hold	Ambient °C	Float	03
0x000e / 2	0015~0016	Hold	Signal acquisition value	Float	03
0x0010 / 2	0017~0018	Hold	Lower limit of velocity 0 m/s	Float	03
0x0012 / 2	0019~0020	Hold	Upper limit of velocity m/s	Float	03, 16
0x0014	0021~0022				
	0023~0050	Unused			
0x0032 / 2	0051~0052	Hold	Product ID no.	Long	03, 16
0x0034 / 1	0053	Hold	From device address 1~255	Integer	03, 06
0x0035 / 1	0054	Hold	Baud rate 9600	Integer	03
0x0036 / 1	0055	Hold	Parity bit None	Integer	03
0x0037 / 1	0056	Hold	Stop bit 1	Integer	03
0x0038	0057				
0x0039 / 1	0058	Hold	Instantaneous value unit note 39	Integer	03, 06
0x003a / 1	0059	Hold	Cumulative value unit note 3a	Integer	03
0x003b / 1	0060	Hold	Current output mode note 3b	Integer	03, 06
0x003c / 1	0061	Hold	Fixed current output note 3c	Integer	03

	0062~0073				
0x0049 / 2	0074~0075	Hold	Zero current calibration value Note 49	Float	16
0x004b / 2	0076~0077	Hold	Full scale current calibration value Note 4b	Float	16
0x004d / 2	0078~079	Hold	The lower limit range	Float	03,16
0x004f / 2	0080~0081	Hold	The upper limit range	Float	03,16
0x0051 / 2	0082~0083	Hold	Lower protective alarm limit %	Float	03,16
0x0053 / 2	0084~0085	Hold	Upper protective alarm limit %	Float	03,16
0x0055	0086~0089				
0x0059 / 2	0090~0091	Hold	Damping value 1-3 s	Float	03,16
0x005b / 2	0092~0093	Hold	Small signal cut value %	Float	03,16
0x005d / 2	0094~0095	Hold	Fluid density note 5d	Float	03,16
0x005f / 2	0096~0097	Hold	conversion coefficient	Float	03
0x0061 / 2	0098~0099	Hold	Fluid temperature K	Float	03,16
0x0063 / 2	0100~0101	Hold	Fluid pressure MPa	Float	03,16
0x0065 / 2	0102~0103	Hold	Meter factor	Float	03,16
0x0067 / 2	0104~0105	Hold	Pipe diameter mm	Float	03,16
0x0069 / 2	0106~0107	Hold	Sampling time period 1 s	Float	03
0x006b / 2	0108~0109	Hold	Temperature factor	Float	03,16
0x006d	0110~0111				
0x006f / 2	0112~0113	Hold	Calibration medium density Note 6f	Float	03
0x0071 / 2	0114~0115	Hold	Calibration medium temperature 293K	Float	03
0x0073 / 2	0116~0117	Hold	Calibration medium pressure 0.1 MPa	Float	03
0x0075 / 2	0118~0119	Hold	Float density g/cm 3	Float	03,16
0x0077 / 2	0120~0121	Hold	Point 1 value before correction	Float	03,16
0x0079 / 2	0122~0123	Hold	Point 2 value before correction	Float	03,16
0x007b / 2	0124~0125	Hold	Point 3 value before correction	Float	03,16
0x007d / 2	0126~0127	Hold	Point 4 value before correction	Float	03,16
0x007f / 2	0128~0129	Hold	Point 5 value before correction	Float	03,16
0x0081 / 2	0130~0131	Hold	Point 1 value after correction	Float	03,16
0x0083 / 2	0132~0133	Hold	Point 2 value after correction	Float	03,16

0x0085 / 2	0134~0135	Hold	Point 3 value after correction	Float	03,16
0x0087 / 2	0136~0137	Hold	Point 4 value after correction	Float	03,16
0x0089 / 2	0138~0139	Hold	Point 5 value after correction	Float	03,16
0x008b / 1	0140	Hold	Fluid properties note 8b	Integer	03, 06
0x008c / 1	0141	Hold	Variable display type note 8c	Integer	03, 06
0x008d	0142				
	0143 ~0150	Unused			
0x0096 / 1	0151	Hold	Calibration points note 96	Integer	03, 06
0x0097	0152				
0x0098 / 2	0153~0154	Hold	Calibration point 0 flow value (zero point)	Float	03, 06
0x009a / 2	0155~0156	Hold	Calibration point 1 flow value	Float	03, 06
0x009c / 2	0157~0158	Hold	Calibration point 2 flow value	Float	03, 06
0x009e / 2	0159~0160	Hold	Calibration point 3 flow value	Float	03, 06
0x00a0 / 2	0161~0162	Hold	Calibration point 4 flow value	Float	03, 06
0x00a2 / 2	0163~0164	Hold	Calibration point 5 flow value	Float	03, 06
0x00a4 / 2	0165~0166	Hold	Calibration point 6 flow value	Float	03, 06
0x00a6 / 2	0167~0168	Hold	Calibration point 7 flow value	Float	03, 06
0x00a8 / 2	0169~0170	Hold	Calibration point 8 flow value	Float	03, 06
0x00aa / 2	0171~0172	Hold	Calibration point 9 flow value	Float	03, 06
0x00ac / 2	0173~0174	Hold	Calibration point 10 flow value	Float	03, 06
0x00ae / 2	0175~0176	Hold	Calibration point 11 flow value	Float	03, 06
0x00b0 / 2	0177~0178	Hold	Calibration point 12 flow value	Float	03, 06
0x00b2 / 2	0179~0180	Hold	Calibration point 13 flow value	Float	03, 06
0x00b4 / 2	0181~0182	Hold	Calibration point 14 flow value	Float	03, 06
0x00b6 / 2	0183~0184	Hold	Calibration point 15 flow value	Float	
0x00b8 / 2	0185~0186	Hold	Full scale calibration flow value	Float	03, 06
0x00ba / 2	0187~0188	Hold	Point 0 sampling value (zero)	Float	03, 06
0x00bc / 2	0189~0190	Hold	Point 1 sampling value	Float	03, 06

0x00be / 2	0191~0192	Hold	Point 2 sampling value	Float	03, 06
0x00c0 / 2	0193~0194	Hold	Point 3 sampling value	Float	03, 06
0x00c2 / 2	0195~0196	Hold	Point 4 sampling value	Float	03, 06
0x00c4 / 2	0197~0198	Hold	Point 5 sampling value	Float	03, 06
0x00c6 / 2	0199~0200	Hold	Point 6 sampling value	Float	03, 06
0x00c8 / 2	0201~0202	Hold	Point 7 sampling value	Float	03, 06
0x00ca / 2	0203~0204	Hold	Point 8 sampling value	Float	03, 06
0x00cc / 2	0205~0206	Hold	Point 9 sampling value	Float	03, 06
0x00ce / 2	0207~0208	Hold	Point 10 sampling value	Float	03, 06
0x00d0 / 2	0209~0210	Hold	Point 11 sampling value	Float	03, 06
0x00d2 / 2	0211~0212	Hold	Point 12 sampling value	Float	03, 06
0x00d4 / 2	0213~0214	Hold	Point 13 sampling value	Float	03, 06
0x00d6 / 2	0215~0216	Hold	Point 14 sampling value	Float	03, 06
0x00d8 / 2	0217~0218	Hold	Point 15 sampling value	Float	
0x00da / 2	0219 ~0220	Hold	Full scale sampling value	Float	03, 06

Notes

Note 39 Instantaneous value units: There are 11 types, which are replaced by codes 0~10 (0—m³/h, 1—t/h, 2—L/h, 3—kg/h, 4—Nm³/h, 5—Hm³/h, 6—g/h, 7—kg/min, 8—m³/min, 9—L/min, 10—customized unit).

Note 3a Cumulative value unit: depending on the instantaneous value unit, 0—m³, 1—L, 2—t, 3—kg, 4—g, 5—Nm³, 6—Hm³, 7—customized unit.

Note 3b Current output mode: 0—analog current 4~20mA output, 1—fixed current output.

Note 3c Fixed current output file: Output current is 0-4 mA, 1-8 mA, 2-12 mA, 3-16 mA, 4-20 mA in fixed mode.

Note 49 Zero current calibration: The output current is calibrated to 4 mA in fixed mode.

Note 4b Full-point current calibration: The output current is calibrated to 20 mA in fixed mode.

Note 5d Media density: for gas density units of kg/Nm³, for liquid density units g/cm³.

Note 6f Calibration medium density: gas is air 1.293kg/Nm³, liquid is water 1.0g/cm³.

Note 8b Fluid properties: 0—liquid, 1—gas.

Note 8c Display variable type: refers to the second display variable type (0—instantaneous value, 1—accumulated value, 2—current value, 3—% value, 4—flow velocity value).

Description:

1, communication protocol: 9600, 8, 1, and None (MODBUS RTU mode)

2, receive data buffer: up to 64 bytes; send data buffer: up to 256 bytes

3. Error code: 01 – Unsupported function code

02 – Undefined register (illegal address)

03 – Register operation failed (illegal addressing)

04 – Communication data has an error (illegal data)

Communication format:

1. Function code 03 - read one or more holding register values

Host request

Device address	Function code	Start register address	Number of registers (N)	CRC Check code
1 byte	0x03	2 bytes (high before low after)	2 bytes (high before low after)	2 bytes (low before high after)

Slave response

Device address	Function code	Read data bytes (2N)	Registers value	CRC Check code
1 byte	0x03	1 byte	2N bytes (high before low after)	2 bytes (low before high after)

2. Function code 06—Write a single hold register value

Host request

Device address	Function code	Start register address	Write value	CRC Check code
1 byte	0x06	2 bytes (high before low after)	2 bytes (high before low after)	2 bytes (low before high after)

Slave response

Device address	Function code	Start register address	Write value	CRC Check code
1 byte	0x06	2 bytes (high before low after)	2 bytes (high before low after)	2 bytes (low before high after)

3. Function code 16—Write multiple hold register values

Host request

Device address	Function code	Start register address	Number of registers (N)	Write data bytes (2N)
1 byte	0x10	2 bytes (high before low after)	2 bytes (high before low after)	1 byte
Write value		CRC Check code		
2N bytes (high before low after)		2 bytes (low before high after)		

Slave response

Device address	Function code	Start register address	Number of registers (N)	CRC Check code
1 byte	0x10	2 bytes (high before low after)	2 bytes (high before low after)	2 bytes (low before high after)

4. Slave response when an error occurs

Device address	Function code	Error code	CRC Check code
1 byte	Function code +0x80	1 byte (1/2/3/4)	2 bytes (low before high after)