

Ротаметры цельнометаллические ТЭК-РЭМ

Отличительные особенности

- двойная шкала;
- благодаря уникальной конструкции поплавка, ротаметры не подвержены налипанию измеряемой среды;
- специальные исполнения для работы в условиях высокого давления;
- возможность высокотемпературных исполнений;
- возможность исполнения с демпфером;
- возможность исполнения с регулятором потока;
- шкала с учетом вязкости среды;
- магниторезистивная передача сигнала;
- протоколы HART, Profi bus-PA, Fieldbus Foundation, Modbus RTU RS-485;
- исполнение с ЖК-дисплеем;
- высокая точность измерений до 1,0%;
- функция многопараметрической калибровки;
- измерение и индикация без дополнительного источника питания;
- широкий динамический диапазон измерений.



Описание

Ротаметры цельнометаллические поплавкового типа предназначены для измерения мгновенного объемного расхода жидкостей и газов в трубопроводах. Детали ротаметра могут быть изготовлены из нержавеющей стали, хастеллой, алюминий, титана, тантала, а также возможна футеровка из фторопласта. Ротаметры могут комплектоваться рубашкой обогрева или охлаждения, регуляторами давления с вентилем, расположенным на входе, кроме того могут иметь встроенный электронный блок с цифровым выходом и ЖК-дисплеем.

Расчет шкалы ротаметров производится индивидуально, исходя из расхода, температуры, плотности, вязкости и давления измеряемой среды.

Основные сферы применения

- нефтегазовая промышленность;
- химическая и нефтехимическая отрасли;
- атомная промышленность;
- морские и речные суда и танкеры;
- морские буровые платформы;
- горно-обогатительная и металлургическая отрасли;
- производство, распределение и очистка воды;
- производство строительных материалов;
- пищевая промышленность;
- жилищно-коммунальное хозяйство;
- сельское хозяйство и др.

- Имеет модульное исполнение, составляющие могут меняться и поставляться с ЗИП комплектом



Принцип работы и конструктив

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.



Смооочищающийся поплавок предотвращает налипание среды



Горизонтальное исполнение

Если 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.

Вертикальное исполнение

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

Исполнение для малых расходов

Ротаметр малых расходов 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 идентичны с обеих сторон. Давление на входе зависит от 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.

Функции регулятора перепада давления:

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.

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.

3. Защита от перегрузок

При резком скачке давления:

- поплавок может удариться о верх трубки (риск повреждения).

РПД ограничивает максимальный перепад, предотвращая аварии.

Ключевые функции учёта вязкости:

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.

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.

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.

4. Определение минимального и максимального расхода.

Вязкость ограничивает диапазон измерений: расчёт позволяет задать рабочие границы ротаметра для конкретной среды.

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.

6. Оценка погрешности измерений

Без учёта вязкости систематическая погрешность может достигать десятков процентов.

7. Подбор материала поплавка и трубки

Для вязких сред важно минимизировать адгезию и налипание.

8. Расчёт времени отклика прибора

Вязкая среда замедляет движение поплавка. Учёт вязкости позволяет:

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

9. Предотвращение заклинивания и засорения

В высоковязких или содержащих взвеси средах поплавок может застревать. Расчёт с учётом вязкости помогает:

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

Подбор и настройка

Для корректного расчета и подбора формы и размера поплавка, а также размера конической трубки ротаметра, необходимо учитывать параметры среды: скорость потока, плотность и вязкость среды.

При подборе ротаметра важно учитывать условия эксплуатации: состав среды, температуру и давление измеряемой среды, требования к механической прочности и др.

В зависимости от температуры измеряемой среды ротаметры ТЭК-РЭМ имеют исполнения:

- В160 – для работы при температуре от -60 до +160 °С;
- В250 – для работы при температуре от -80 до +250 °С;
- В450 – для работы при температуре от -60 до +450 °С;
- М196 – для работы при температуре от -196 до +100 °С.

Детали, соприкасающиеся с измеряемой средой, в зависимости от состава измеряемой среды, могут быть изготовлены из стали 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, ХН65МВУ, 06ХН-28МДТ по ГОСТ 5632. Для применения в агрессивных коррозионных средах и в условиях высоких температур ротаметры изготавливают из сплавов ВТ1-0 (титановый сплав), ВТ16 (титановые сплавы) по ГОСТ 19807. Для использования ТЭК-РЭМ в химической промышленности проточные части могут быть футерованы фторопластом-4 по ГОСТ 10007.



Значения измерений расхода по типоразмерам

Номинальный диаметр, мм	Диапазон расхода вода, л/ч	Диапазон расхода воздуха, м³/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**

Номинальный диаметр, мм	Диапазон расхода вода, л/ч	Диапазон расхода воздуха, м³/ч	Условное обозначение поплавка
25	100,0 - 4000	3,0-110,0	3**
	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**

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)
Номинальный диаметр	от 5 до 100 мм
Пределы основной относительной погрешности	±1,0%; ±1,5%; ±2,5%; ±4%;
Давление рабочей среды макс.	40 МПа
Выходной сигнал	■ аналоговый от 4 до 20мА +BELL-202 с HART ■ цифровой RS-485 с Modbus RTU ■ аналоговый от 4 до 20мА + BELL-202 с HART с двумя дополнительными релейными выходами ■ аналоговый от 4 до 20мА +цифровой Foundation Fieldbus ■ аналоговый от 4 до 20мА +цифровой Profibus PB ■ 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 электронного блока (IIGb IIC T6...T1 X) ■ общепромышленное исполнение
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	не менее 150000 ч
Срок службы	не менее 20 лет
Гарантийный срок эксплуатации	24 месяца с момента поставки

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										ФЕ	фланцевое по DIN EN1092-1			
B1	Вертикальный круглый, поток снизу вверх										ФД	фланцевое по DIN 2526			
B2	Вертикальный квадратный из алюминия, поток снизу вверх										ФА	фланцевое по ANSI/ASME B16.5			
B3	Вертикальный круглый, с защитным демпфером, поток снизу вверх										СС	свободный фланец по ГОСТ 12815-80			
B4	Вертикальный квадратный из алюминия с демпфером, поток снизу вверх										СТ	свободный фланец по ГОСТ 33259-2015			
M1	Малогабаритный вертикальный, без вентилей, поток снизу вверх										СЕ	свободный фланец по DIN EN1092-1			
M2	Малогабаритный вертикальный, вентиль снизу, поток снизу вверх										СД	свободный фланец по DIN 2526			
L1	Горизонтальный круглый, поток слева направо										СА	свободный фланец по ANSI/ASME B16.5			
R1	Горизонтальный круглый, поток справа налево										НМ	резьбовое, наружная метрическая резьба			
U1	Круглый корпус, поток, сверху вниз										НТ	резьбовое, наружная трубная цилиндрическая резьба G			
L2	Горизонтальный квадратный, поток слева направо										НК	резьбовое, наружная коническая дюймовая резьба NPT			
R2	Горизонтальный квадратный, поток справа налево										ВМ	резьбовое, внутренняя метрическая резьба			
U2	Квадратный корпус, поток сверху вниз										ВТ	резьбовое, внутренняя трубная резьба G			
2	Номинальный диаметр, материал (выбрать из таблицы материалов)										ВК	резьбовое, внутренняя коническая резьба NPT			
5*	5 мм										ГМ	накидная гайка, метрическая резьба			
10*	10 мм										ГТ	накидная гайка, трубная резьба G			
15*	15 мм										ГК	накидная гайка, коническая резьба NPT			
25*	25 мм										ТК	быстрозастежное хомутовое зажимное TriClamp (трикламп) DIN 32676			
40*	40 мм										СВ	патрубок под приварку			
50*	50 мм										6	Параметры подключения к процессу			
80*	80 мм											Для фланцевых соединений (пример – 50/16/B):			
100*	100 мм										XX /	номинальный диаметр			
150*	150 мм										XX /	номинальное давление			
3	Диапазон измерений воды при нормальных условиях, материал										XX*	исполнение уплотнительной поверхности (код материала из таблицы)			
	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.										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)			
4	Погрешность измерения										7	Исполнение показывающего элемента			
1,0	±1,0%										1	стандартная шкала (градуируется по единице измерения заказчика)			
1,6	±1,5%										2	двойная шкала			
2,5	±2,5%										3	стандартная шкала (градуируется по единице измерения заказчика) с ЖК-дисплеем			
4,0	±4,0%										4	двойная шкала с ЖК-дисплеем			
5	Тип подключения к процессу										5	шкала для малогабаритного корпуса для низких расходов (градуируется по единице измерения заказчика)			
ФС	фланцевое по ГОСТ 12815-80														
ФТ	фланцевое по ГОСТ 33259-2015														

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

- 0 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 ,1,6МПа
 1602 -60..+160 , 2,5 МПа
 1604 -60...+160, 4МПа
 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

- 0 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

- 0 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, A2HU,
 A3H, A3HU, A4H
 XX

14 Климатические факторы внешней среды места эксплуатации по ГОСТ
указать необходимый класс из перечня: УХЛ1; ОМ;
УХЛ; О**15 Дополнительные сертификаты поставляемые в комплекте поставки**

- 0 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)