

РДТ и термодары. Справочное руководство



CE

Рекомендации по монтажу и установке резисторных датчиков температуры и термопар

УВЕДОМЛЕНИЕ

До начала работы с устройством следует ознакомиться с настоящим руководством. В целях безопасности персонала и системы, а также достижения оптимальной производительности продукта следует удостовериться в правильном толковании содержащихся в инструкции сведений до начала его установки, эксплуатации или техобслуживания.

Для получения дополнительной информации обращайтесь в местное представительство компании Rosemount.

ОСТОРОЖНО!

Приборы, описанные в данном документе, НЕ предназначены для применения в атомной промышленности. Использование этих устройств в условиях, требующих применения специального оборудования, аттестованного для атомной промышленности, может привести к ошибочным показаниям.

По вопросам приобретения продукции Rosemount, разрешенной к применению на ядерных установках, обращайтесь в местное коммерческое представительство компании Emerson Process Management.

Содержание

РАЗДЕЛ 1	Указания по использованию данного руководства	1-1
Введение	Указания по безопасному применению	1-1
РАЗДЕЛ 2	Описание и принцип измерения	2-1
Измерение	Конструкция	2-1
температуры	Методы подключения	2-3
резисторными	Области применения	2-4
датчиками		
температуры		
РАЗДЕЛ 3	Описание и принцип измерения	3-1
Измерение	Установка защитных труб	3-3
температуры	Провода и соединения	3-3
термопарами	Области применения	3-3
РАЗДЕЛ 4	Правила и инструкции	4-1
Установка корпуса	Нагрузка	4-1
	Момент затяжки	4-1
	Установка корпуса	4-1
	Установка керамического корпуса	4-2
	Подключение датчиков	4-2
ПРИЛОЖЕНИЕ А		
Предельные		
отклонения основных		
значений		
ПРИЛОЖЕНИЕ В		
Предельные		
отклонения		
для термопар		

РДТ и термопары

Раздел 1

Введение

Указания по использованию данного руководства стр. 1-1

Указания по безопасному применению стр. 1-1

УКАЗАНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДАННОГО РУКОВОДСТВА

В данном руководстве представлены описания действий по монтажу, конфигурации, поиску и устранению неисправностей устройств Rosemount 1075 серии. Кроме того приведены технические характеристики и другая необходимая информация.

Раздел 2: Измерение температуры резисторными датчиками температуры

В данном разделе представлено общее описание устройств и используемые ими принципы измерения, описана конструкция устройств, способы их подключения и области применения.

Раздел 3: Измерение температуры термопарами

В данном разделе представлено общее описание устройств и используемые ими принципы измерения, описаны процедуры установки защитных гильз, методы подключения датчиков и имеющиеся выводы, а также области применения устройств.

Раздел 4: Установка корпуса

В данном разделе представлена информация о правилах и нормативах, распространяющихся на устройства Rosemount 1075 серии.

Приложение А. Предельные отклонения основных значений

В приложении приведены таблицы предельных отклонений от основных величин согласно требованиям DIN IEC 751 и DIN 43760.

Приложение В: Предельные отклонения для термопар

В данном приложении приведены таблицы предельных отклонений для термопар согласно требованиям DIN IEC 584-2.

УКАЗАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ

При выполнении процедур и инструкций, приведенных в данном руководстве, может потребоваться соблюдение специальных мер предосторожности, обеспечивающих безопасность персонала, выполняющего работу. Перед выполнением каких-либо работ следует ознакомиться с указаниями по технике безопасности, приводимыми в начале каждого раздела.

РДТ и термомпары

Раздел 2 Измерение температуры резисторными датчиками температуры

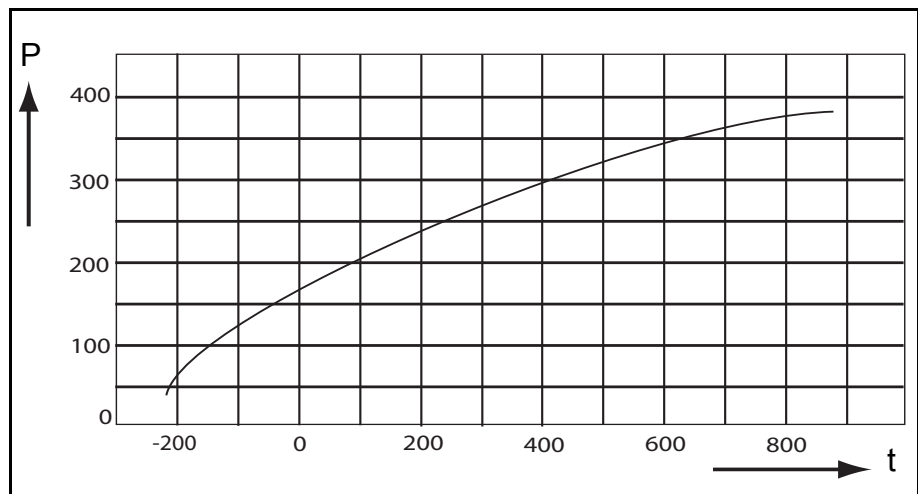
Описание и принцип измерения	стр. 2-1
Конструкция	стр. 2-1
Методы подключения	стр. 2-3
Области применения	стр. 2-4

ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ

Измерение температуры резисторными датчиками температуры основано на свойстве, присущем всем проводникам и полупроводникам, а именно на том, что их сопротивление изменяется в зависимости от температуры. Это свойство более или менее выражено у разных материалов. Относительное изменение сопротивления в зависимости от температуры (dR/dt) известно как температурный коэффициент – значение, обычно не постоянное в пределах изменяемого температурного диапазона, но зависимое от изменения температуры. Результатом является математическое соотношение между сопротивлением и температурой, представляющее собой многочлен высокого порядка.

На рис. 2-1 представлено изменение сопротивления в функции от температуры для резисторного датчика температуры Pt 100.

Рис.2-1. Pt 100 кривая характеристики

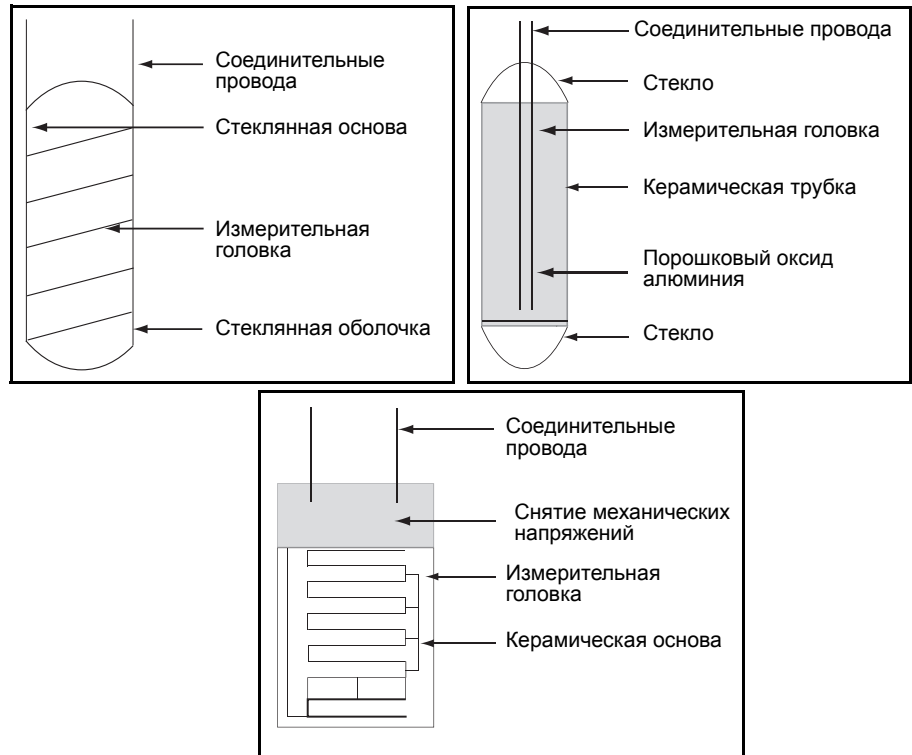


КОНСТРУКЦИЯ

Резисторный датчик температуры – это платиновая спираль на соответствующем основании. Спираль вплавлена в стекло или находится внутри керамической основы. Для удовлетворения современным требованиям по компактности размеров и высоким значениям сопротивления, вместо проводов используются очень тонкие слои платины, нанесенные на керамическое основание (см. рис. 2-2).

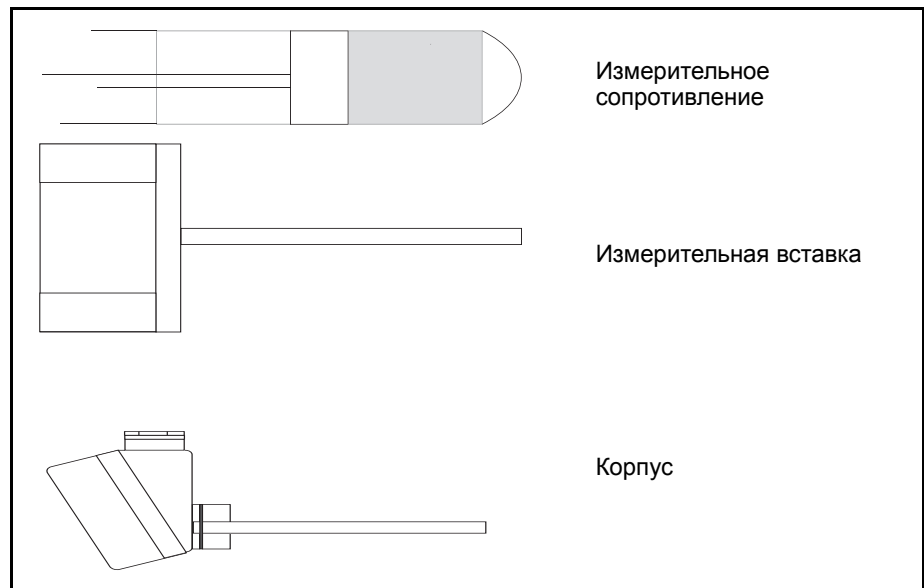
РДТ и термопары

Рис.2-2. Резисторные датчики температуры: проволочный на стеклянной основе, проволочный на керамической основе и на основе тонкопленочных резисторов.



Для защиты датчиков от механических повреждений (давления движущейся жидкости) эти измерительные элементы обычно устанавливаются внутри защитных гильз (измерительные вставки). Это позволяет просто заменять датчики, исключая необходимость снятия всей монтажной арматуры. Так как резисторные датчики температуры являются контактными датчиками (датчик нагревается до температуры жидкости, в которой проводится измерение), корпус датчика должен соответствовать условиям применения (см. рис. 2-3).

Рис.2-3. Модули термометров сопротивления



**МЕТОДЫ
ПОДКЛЮЧЕНИЯ**

При использовании резисторных датчиков температуры для измерения температуры необходимо учитывать то, что на результаты измерений влияет сопротивление выбранного проводника вывода.

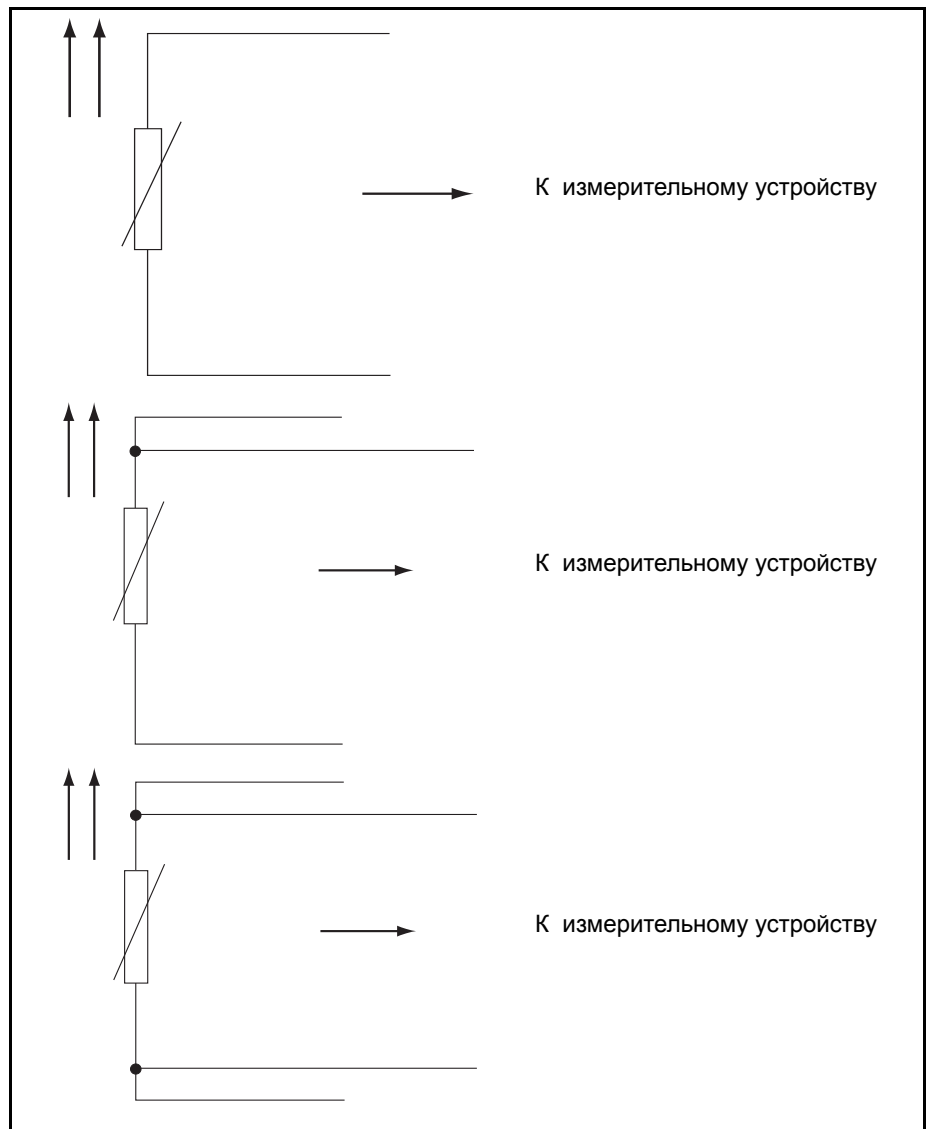
Широко используются три варианта схем подключения: **2-, 3-, 4-проводные схемы.**

Наибольшая точность измерений получается при использовании **4-проводных схем.** В этом случае сопротивление и окружающая температура проводов не влияют на результаты измерений (см. рис. 2-4).

3-проводные схемы обычно используются для исключения сопротивления выводного провода (мост сопротивления).

В случае **2-проводной схемы** сопротивление выводного провода полностью измеряется измерительным мостом. Использование современного управляющего оборудования позволяет компенсировать сопротивление выводного провода в 2-проводной схеме с помощью резистора компенсации линии, независимого от влияния температуры.

Рис.2-4. Методы подключения



РДТ и термопары

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Термометры сопротивления могут использоваться в диапазоне температур от $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Они имеют **следующие преимущества:**

- Большой температурный диапазон
- Устойчивость к вибрациям
- Высокая устойчивость к электрическим помехам
- Долговременная стабильность
- Надежная конструкция
- Высокая точность

Резисторные датчики сопротивления используются в следующих **сферах:**

- Химическая промышленность
- Нефтехимическая промышленность
- Фармацевтическая промышленность
- Электроснабжение
- Машиностроение
- Производство продовольствия и напитков
- Горнодобывающая промышленность

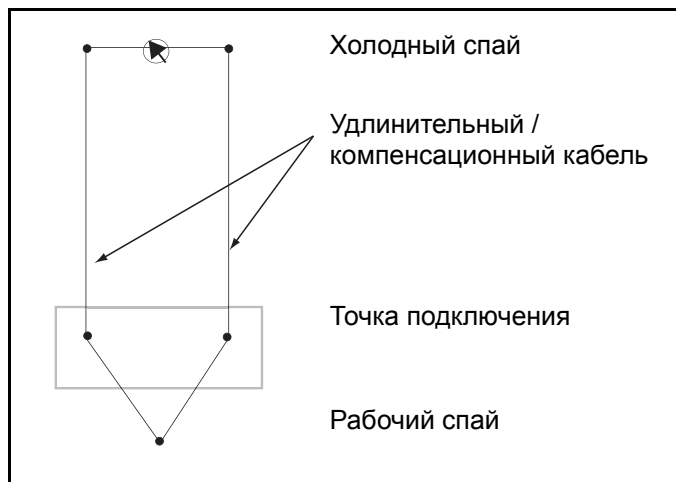
Раздел 3 Измерение температуры термопарами

Описание и принцип измерения	стр. 3-1
Установка защитных труб	стр. 3-3
Провода и соединения	стр. 3-3
Области применения	стр. 3-3

ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ

Термопара состоит из пары электрических проводников из различных материалов, соединенных друг с другом на одном конце (рабочий спай). Два свободных конца образуют компенсационные точки соответствующего холодного спае. Длина выводов термопары может быть увеличена за счет удлинительных или компенсационных кабелей. Удлинительные или компенсационные кабели присоединяются к измерительному прибору, например, к гальванометру или электронному измерительному устройству (см. рис. 3-1).

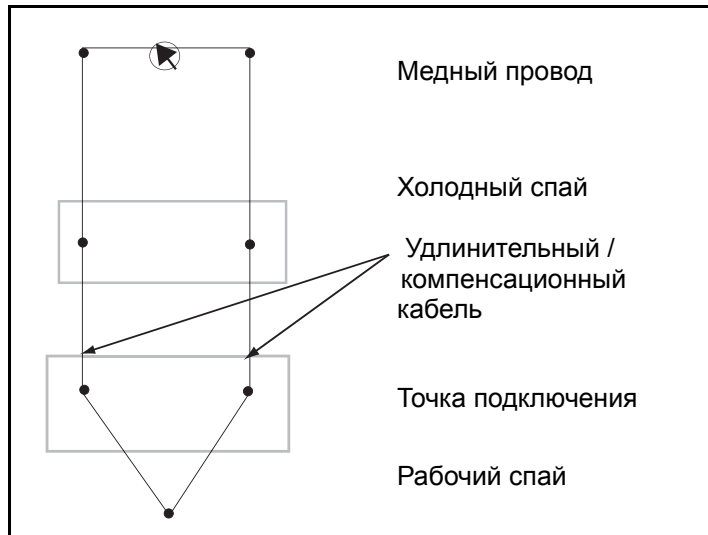
Рис.3-1.



Термоэдс, возникающая на холодном спае, зависит от материала проводов термопары и разницы температур между рабочим и холодным спаем. Для измерения температуры на холодном спае должна поддерживаться постоянная температура (например, 0 °С) или эта температура должна быть известна. Это требуется для внесения надлежащей поправки в мВ (см. рис. 3-2).

РДТ и термопары

Рис.3-2.



Удлинительные кабели изготавливаются из того же материала, что и провода соответствующей термопары, например, Cu-CuNi, Fe-CuNi. Компенсационные кабели изготавливаются из специальных материалов.

До температуры 200 °С компенсационные кабели передают такое же термоэдс, что и термопары, к которым они присоединены. Термоэдс термопар формируется в серии так называемых исходных величин.

Например	PtRh30%-PtRh6%	Тип В
	Fe-CuNi	Тип J
	NiCr-NiAl	Тип J
	PtRh87/13%-Pt	Тип R
	PtRh90/10%-Pt	Тип S
	и другие в DIN IEC 584-1	

и	Fe-CuNi	Тип L
	Cu0CuNi	Тип U

Эти термопары больше не производятся для новых систем (термоэдс согласно DIN 43710). Таблицы исходных величин предоставляются только по запросу на предприятии-изготовителе.

Компенсационные кабели для термопар должны быть изготовлены из материала, соответствующего конкретному типу термопар. Поэтому они имеют цветовую кодировку. При работе со стандартными компенсационными кабелями используются требования, изложенные в стандарте DIN EN 60584.

Необходимо учитывать максимально допустимую температуру, указанную производителем.

Большинство термопар поставляются в готовом к работе состоянии, то есть в защитном кожухе, необходимом для исключения возможности повреждения термопары при воздействии механических усилий или химических веществ.

УСТАНОВКА ЗАЩИТНЫХ ТРУБ

Защитные гильзы термопар должны быть приспособлены для конкретных рабочих условий. Термопары из драгоценного металла всегда защищаются керамическими гильзами, даже если устройство установлено в металлическом защитном кожухе.

При высоких температурах защитные гильзы должны монтироваться в вертикальном положении, если это возможно, то есть подвешиваться. Это необходимо для исключения вероятности изгиба защитной гильзы и термопары. Если особые условия на месте эксплуатации не допускают иной возможности, кроме горизонтальной установки, длинные защитные гильзы должны иметь надлежащие опоры.

ПРОВОДА И СОЕДИНЕНИЯ

При прокладке и подключении удлинительных и компенсационных кабелей необходимо с осторожностью подключать положительный вывод термопары к положительному выводу соответствующего измерительного прибора. При использовании удлинительных или компенсационных кабелей необходимо соблюдать осторожность, чтобы не перепутать положительные и отрицательные выводы. Для исключения ошибки положительные и отрицательные выводы соответствующим образом промаркированы.

Все соединения должны быть абсолютно чистыми и надежно затянутыми. Соответствующие положительные и отрицательные выводы должны иметь одинаковый температурный потенциал.

Компенсационные кабели между термопарами и измерительными приборами должны соответствовать требованиям, предъявляемым к изолированным выводам силовых систем (VDE 0250). В исключительных случаях могут быть использованы требования по изоляции выводов телекоммуникационных систем (VDE 0810).

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

В диапазоне отрицательных температур термопары могут использоваться до температуры $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для измерения температур свыше $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ могут использоваться термопары из платины и платинородиевых сплавов.

Преимущества термопар:

- Большой температурный диапазон
- Быстрота реакции
- Компактность конструкции
- Очень высокая устойчивость к вибрациям
- Долговременная стабильность
- Надежная конструкция

Термопары используются в следующих и других сферах:

- Химическая промышленность
- Фармацевтическая промышленность
- Электроснабжение
- Машиностроение
- Производство продовольствия и напитков
- Горнодобывающая промышленность
- Metallургическая промышленность
- Керамическая и стекольная промышленность

РДТ и термодпары

Раздел 4 Установка корпуса

Правила и инструкции	стр. 4-1
Нагрузка	стр. 4-1
Момент затяжки	стр. 4-1
Установка корпуса	стр. 4-1
Установка керамического корпуса	стр. 4-2
Подключение датчиков	стр. 4-2

ПРАВИЛА И ИНСТРУКЦИИ

При установке корпуса соблюдайте следующие указания.

VDE/VDI 3511

Техническое измерение температур / указания

VDE/VDI 3512

Регулировка для измерения температур

AD – инструкции⁽¹⁾

Сосуды, работающие под давлением, рабочей группы

TRB – технические указания по конструкции емкости⁽¹⁾

Vd – нормативы TDV ⁽¹⁾

Нагрузка

Указанная на чертеже нагрузка относится к поставляемому корпусу.

Данные о нагрузках, включенные в стандарты для каждого типа, действительны для корпусов согласно стандартам DIN 43763 и DIN 43772.

Момент затяжки

Начальные моменты для резьбовых соединений вворачиваемого типа

Относится к резьбовым соединениям вворачиваемого типа согласно стандартам DIN 43763 и DIN 43772, а также к соответствующим корпусам согласно спецификациям заказчика.

G 3/8, G 1/2 50 Нм

G 3/4 100 Нм

Указанные выше начальные моменты также используются для соединительных колец с подобными резьбами.

Установка корпуса

Установка корпуса с фланцевым креплением.

Уплотнение необходимо выбрать согласно требованиям. При установке уплотнения необходимо использовать надежную опору. Винты крепления следует закручивать равномерно и крест-накрест.

(1) Необходимо учитывать в случае привариваемых гильз. Материал, сварочный шов и проверка под давлением согласно рабочим условиям.



РДТ и термопары

Установка керамического корпуса

Установка керамического корпуса в установках при рабочей температуре

Температура установки:

- 1600 °С скорость установки: 1–2 см/мин.
- 1200 °С скорость установки: 10–20 см/мин.

Подключение датчиков

При подключении датчика необходимо соблюдать требования указаний производителя по монтажу, подключению и проверке.

Приложение А Предельные отклонения основных значений

Таблица А-1. Предельные отклонения основных значений согласно требованиям DIN IEC 751 и DIN 43760

°C	Основные значения				Предельные отклонения					
	Согласно DIN IEC 751 Платиновые элементы РДТ		Согласно DIN 43760 Никелевые элементы РДТ		Согласно DIN IEC 751 Платиновые элементы РДТ			Согласно DIN 43760 Никелевые элементы РДТ		
	Ом	Ом/К	Ом	Ом/К	Класс А		Класс В		Ом	Соотв. °C
					Ом	Соотв. °C	Ом	Соотв. °C		
-200	18,49	0,44	±0,24	±0,55	±0,56	±1,3				
-100	60,25	0,41	±0,14	±0,35	±0,32	±0,8				
-60			69,5	0,47	–				±1,0	±2,1
0	100,0	0,39	100,0	0,55	±0,06	±0,15	±0,12	±0,3	±0,2	±0,4
100	138,5	0,38	161,8	0,69	±0,13	±0,35	±0,30	±0,8	±0,8	±1,1
200	175,84	0,37	240,7	0,90	±0,20	±0,55	±0,48	±1,3	±1,6	±1,8
250			289,2	1,04					±2,3	±2,1
300	212,02	0,35			±0,27	±0,75	±0,64	±1,8		
400	247,04	0,34			±0,33	±0,95	±0,79	±2,3		
500	280,90	0,33			±0,38	±1,15	±0,93	±2,8		
600	313,59	0,33			±0,43	±1,35	±1,06	±3,3		
700	345,13	0,31					±1,17	±3,8		
800	375,71	0,30					±1,28	±4,3		
850	390,26	0,29					±1,34	±4,6		

РДТ и термомпары

Приложение В Предельные отклонения для термопар

Таблица В-1. Предельные отклонения для термопар согласно требованиям DIN IEC 584-2

Класс	1	2	3 ⁽¹⁾
Предельные отклонения ⁽²⁾	0,5 °С или 0,004 x t	1 °С или 0,0075 x t	1 °С или 0,015 x t
(а)	Предельные отклонения относятся к следующим диапазонам температур		
Тип Т	-40 °С до 350 °С	-40 °С до 350 °С	-200 °С до 40 °С
Предельные отклонения ⁽²⁾	1,5 °С или 0,004 x t	2,5 °С или 0,0075 x t	2,5 °С или 0,015 x t
(±)	Предельные отклонения относятся к следующим диапазонам температур		
Тип Е	-40 °С до 800 °С	-40 °С до 900 °С	-200 °С до 40 °С
Тип J	-40 °С до 750 °С	-40 °С до 750 °С	—
Тип К	-40 °С до 1000 °С	-40 °С до 1200 °С	-200 °С до 40 °С
Предельные отклонения ⁽²⁾	1 °С или $[1+9t-1100] \times 003$ °С	1,5 °С или 0,0025 x t	4 °С или 0,005 x t
(±)	Предельные отклонения относятся к следующим диапазонам температур		
Типы R и S	0 °С до 1600 °С	0 °С до 1600 °С	—
Тип В	—	600 °С до 1700 °С	600 °С до 1700 °С

(1) Термопары и провода термопар обычно имеют предельные отклонения параметров согласно данным приведенной выше таблицы, действительные для диапазона температур выше -40 °С. Предельные отклонения параметров термопар из одинакового материала при температурах ниже -40 °С могут быть превышены, как указано для класса допуска 3 в стандарте DIN IEC 584-2. Для заказа специальных термопар с предельными отклонениями параметров по классам точности 1, 2 или 3 заказчику необходимо выбрать специальные материалы.

(2) Предельные отклонения для термопар указаны в градусах по Цельсию или в процентах измеренной температуры в градусах Цельсия. Используется большее значение.

|t| = Температура в градусах Цельсия

РДТ и термодпары

Указатель

Численные параметры

2-проводная схема	2-3
3-проводная схема	2-3
4-проводная схема	2-3

В

вертикальная установка	3-3
вибрации	3-3
высокие значения сопротивления	2-1

Г

гальванометр	3-1
горизонтальная установка	3-3

Д

данные о нагрузках	4-1
--------------------	-----

З

замена	2-2
Замечания	2-2
Условия окружающей среды	2-4
Замечания по условиям окружающей среды	2-4
защитные гильзы	2-2, 3-3
защитный установочный кожух	3-2

И

Измерение температуры	2-1, 3-1
измерительные элементы	2-2
измерительный мост	2-3

К

керамика	2-1
керамическая гильза	3-3
керамическая основа	2-1
кожух	4-1
компактные размеры	2-1
компенсационные выводы	3-2
Компенсационные кабели	3-2
компенсационный кабель	3-1
контактные датчики температуры	2-2
Крепежные винты	4-1

М

Максимальная температура	3-2
материал проводов	3-1
мВ	3-1
металлический защитный кожух	3-3
механические усилия	3-2
механическое повреждение	2-2
Модули термометров сопротивления	2-2

Н

напряжение	3-1
независимого от влияния температуры	2-3

О

основные значения	A-1
отрицательный вывод	3-3
отрицательный проводник	3-3

П

платина	2-1
платиновая спираль	2-1
платиновые термопары	3-3
платинородиевые сплавы	3-3
поддержка	3-3
положительный вывод	3-3
положительный зажим	3-3
положительный контакт	3-3
полупроводники	2-1
Предельные отклонения	A-1, B-1
Принцип измерения	2-1
проводники	2-1, 3-1
проект	2-4, 3-3

Р

рабочий спай	3-1
реакция	3-3
резисторный датчик температуры	2-1
Резисторный датчик температуры Pt 100	2-1
результаты измерений	2-3
резьбовые соединения вворачиваемого типа	4-1

С

соединительные муфты	4-1
Сопротивление	2-4
сопротивление	2-3
стабильность	2-4, 3-3
стандарты	4-1
стекло	2-1

Т

Температура	2-1
температурный диапазон	2-4
температурный коэффициент	2-1
температурный потенциал	3-3
Термометры сопротивления	2-1, 2-2
термопара	3-1, 3-2
Термопары	3-1
Термопары из благородных металлов	3-3
термоэДС	3-2
Технические характеристики HART и Foundation Fieldbus	A-1
точность	2-4

У

Удлинительные кабели	3-2
уплотнение	4-1
устойчивость	2-4

Ф

функция температуры	2-1
---------------------	-----

Х

химическое воздействие	3-2
холодный спай	3-1

Ц

цветовая кодировка	3-2
--------------------	-----

Э

электрические помехи	2-4
электронное измерительное устройство	3-1



РДТ и термопары

A

AD – инструкции 4-1

D

DIN 43763 4-1

DIN 43772 4-1

DIN EN 60584 3-2

DIN IEC 584-2 B-1

T

TRB – технические указания по
конструкции емкости 4-1

V

Vd – требования TDV 4-1

VDE/VDI 3511 4-1

VDE/VDI 3512 4-1

*Стандартные условия и положения о порядке сбыта можно найти по адресу www.rosemount.com/terms_of_sale.
Логотип Emerson является товарным знаком и сервисным знаком компании Emerson Electric Co.
Rosemount, логотип Rosemount и Hot Backup являются зарегистрированными товарными знаками компании Rosemount Inc.
HART является зарегистрированным товарным знаком HART Communication Foundation.
FOUNDATION является товарным знаком Fieldbus Foundation.
PlantWeb является зарегистрированной торговой маркой одной из компаний концерна Emerson Process Management.
Teflon является зарегистрированным товарным знаком E.I. du Pont de Nemours & Co.
Все прочие знаки являются собственностью их владельцев.*

Emerson Process Management

Emerson Process Management

Россия, 115114, г. Москва,
ул. Летниковская, д. 10, стр. 2, эт. 5
Телефон: +7 (495) 981-981-1
Факс: +7 (495) 981-981-0
Email: Info.Ru@Emerson.com

Азербайджан, AZ-1065, г. Баку
«Каспийский Бизнес Центр»
ул. Джаббарлы, 40, эт. 9
Телефон: +994 (12) 498-2448
Факс: +994 (12) 498-2449
e-mail: Info.Az@Emerson.com

Казахстан, 050012, г. Алматы
ул. Толе Би, 101, корпус Д, Е, 8 этаж
Телефон: +7 (727) 356-12-00
Факс: +7 (727) 356-12-05
e-mail: Info.Kz@Emerson.com

Украина, 01054, г. Киев
ул. Тургеневская, д. 15, офис 33
Телефон: +38 (044) 4-929-929
Факс: +38 (044) 4-929-928
e-mail: Info.Ua@Emerson.com

Промышленная группа «Метран»

Россия, 454138, г. Челябинск
Комсомольский проспект, 29
Телефон: +7 (351) 799-51-51
e-mail: Info.Metran@Emerson.com

Технические консультации по выбору и применению продукции
осуществляет **Центр поддержки Заказчиков**
Телефон: +7 (351) 247-16-02, 247-1-555
Факс: +7 (351) 247-16-67

www.emersonprocess.ru
www.rosemount.com
www.metran.ru