

2. Терморезисторы

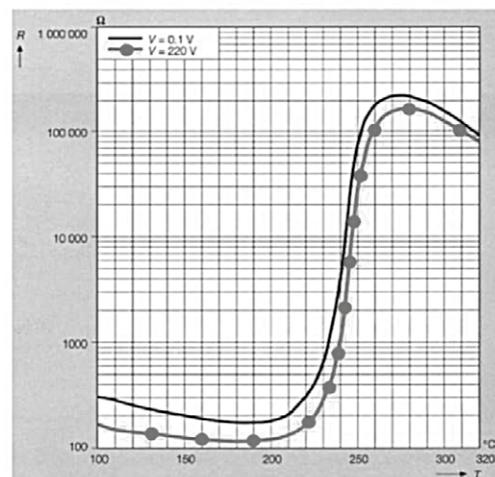


ОАО «ВЗРД «Монолит» изготавливает терморезисторы с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ПТКС).

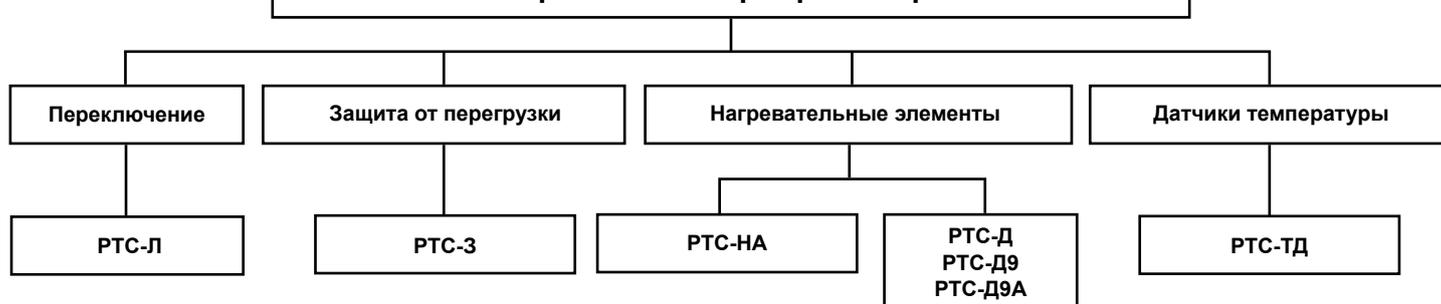
Терморезисторы с ПТКС – это полупроводниковые термочувствительные резисторы, у которых наблюдается скачкообразное увеличение сопротивления, когда повышающаяся температура достигает определенного значения. Изменение температуры достигается прохождением тока через терморезистор, или изменением температуры окружающей среды; или сочетанием того и другого.

Температурная зависимость сопротивления является основной характеристикой терморезисторов и, как правило, определяется при так называемой "нулевой" мощности, т.е. при мощности, не вызывающей дополнительного разогрева терморезистора. Для температурной зависимости сопротивления терморезисторов с ПТКС характерен резкий, на несколько порядков, скачок сопротивления.

Типичная зависимость сопротивления терморезистора с ПТКС от температуры

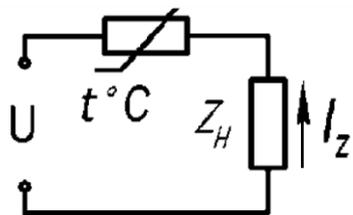


Области применения терморезисторов с ПТКС



Переключающие терморезисторы

Для обеспечения функции переключения терморезисторы применяются тогда, когда необходимо часто отключать нагрузку с задержкой по времени. Схема включения терморезистора приведена на рисунке. Примером использования терморезистора в таком режиме является управление начальной стадией включения компрессоров холодильников, когда после запуска двигателя необходимо отключить его пусковую обмотку. Диаграмма, приведенная ниже, показывает процесс отключения нагрузки через время срабатывания $t_{сраб.}$.



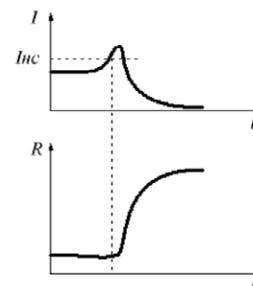
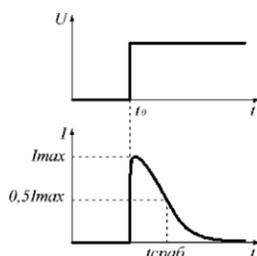
Для данного класса терморезисторов характерна значительная величина тока через терморезистор в начальный момент времени и резкое увеличение сопротивления после переключения. Процесс переключения может быть повторен после отключения терморезистора от питающего напряжения и уменьшения его температуры до исходной.

Защитные терморезисторы

Схема включения терморезистора для обеспечения функции защиты от перегрузки повторяет предыдущую, однако принцип работы заключается в том, что терморезистор может работать продолжительное время в подключенной к напряжению цепи до момента превышения тока сверх допустимого $I_{нс}$. При этом сопротивление его увеличивается, ограничивая ток в нагрузке до безопасного, действующее напряжение в цепи практически полностью прикладывается к терморезистору. После устранения причины, вызвавшей повышение тока и охлаждения терморезистора, его защитные функции возобновляются.

Нагревательные терморезисторы

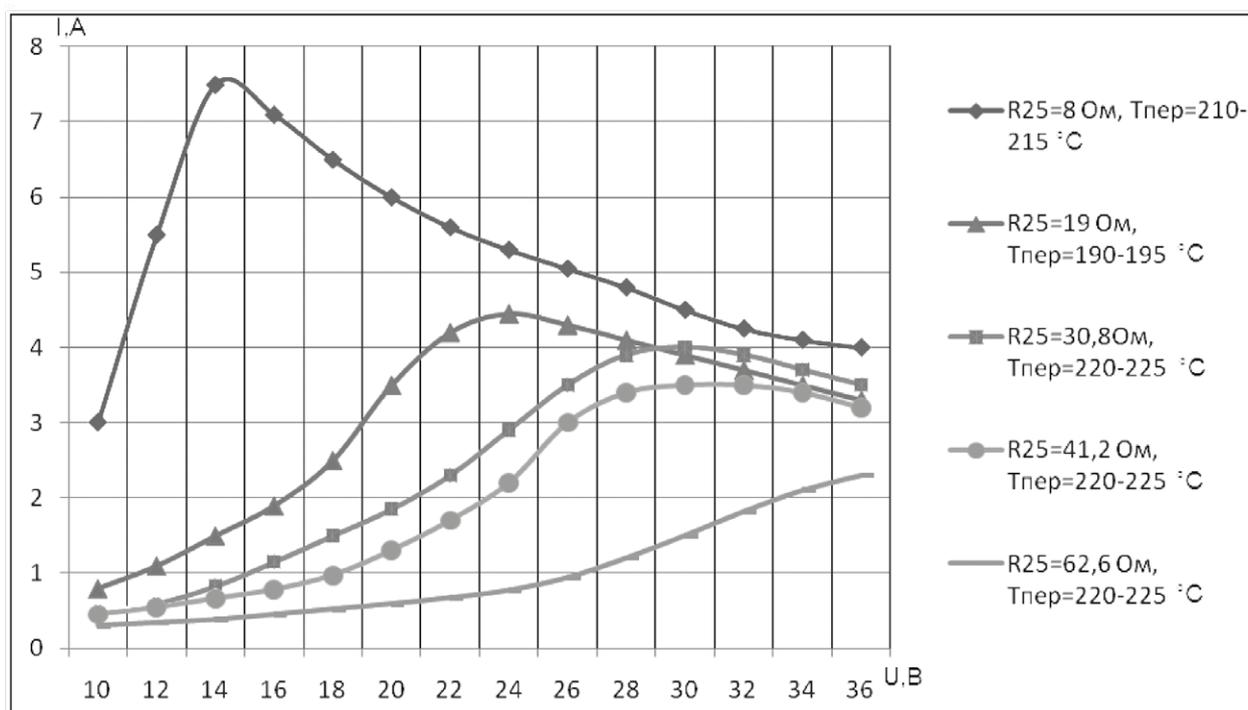
Свойства терморезисторной керамики позволяют создать широкую гамму нагревательных терморезисторов. Применение нагревательных терморезисторов имеет ряд положительных особенностей по отношению к нагревательным элементам другого рода. Начальный наклон характеристики $R=f(T)$ и варисторный эффект способствуют тому, что при подаче напряжения ток через терморезистор резко возрастает, за счет чего происходит быстрый его разогрев до температуры, близкой к температуре переключения. При этом сопротивление терморезистора увеличивается, ток уменьшается, и наступает состояние равновесия, при котором электрическая поглощенная мощность равняется термически рассеиваемой. В случае увеличения теплопередачи во внешнюю среду (увеличение рассеивающей поверхности за счет радиатора, увеличения скорости движения окружающего воздуха, уменьшения температуры среды), температура поверхности терморезистора уменьшается, его интегральное сопротивление падает, мощность возрастает, что обеспечивает его саморегулиру-



терморезистора уменьшается, его интегральное сопротивление падает, мощность возрастает, что обеспечивает его саморегулиру-

ющие свойства. При этом, с изменением мощности, температура внутри терморезистора остается постоянной и ни при каких условиях не превышает температуру переключения, что определяет свойства пожаробезопасности терморезисторных нагревателей, поскольку данная температура обычно не превышает 260 °С. В связи с этим, а также с учетом керамической природы терморезистора не происходит процесс окисления нагреваемой поверхности, т.е. отсутствует «сжигание» кислорода, что значительно повышает экологичность изделий, в которых используются нагревательные элементы на терморезисторах. Наконец, относительно невысокий уровень инфракрасного излучения и свойство саморегулирования (которое, в т.ч. проявляется в способности стабилизации мощности при изменении напряжения сети, поскольку рабочим участком является падающий участок вольт-амперной характеристики) обеспечивают высокую эффективность преобразования электрической энергии в тепловую, которая приближается к 180 Вт/см³ объема терморезистора. Начальное сопротивление терморезистора оказывает влияние не только на отдаваемую мощность, но и на ток включения, который может быть значительным и должен учитываться при проектировании мощных нагревательных устройств на терморезисторах.

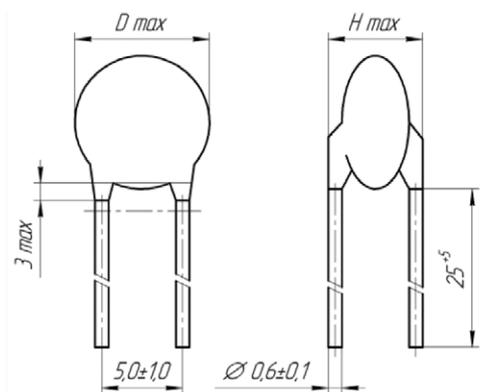
Вольт-амперные характеристики на примере нагревательных терморезисторов с рабочим напряжением 24 В



2.1. Терморезисторы РТС-Л

Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления РТС-Л предназначены для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий в цепях переменного тока частотой от 50 Гц до 35 кГц (схема регулирования процесса зажигания люминесцентных ламп).

Терморезисторы изготавливают в соответствии с ТУ ВУ 300050407.082-2006.

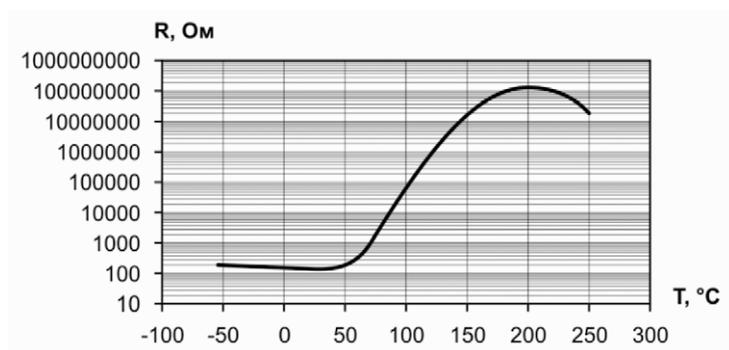


Параметры и характеристики		
Номинальное сопротивление при 25 °С, R _{ном} , Ом	120; 820	150; 330
Допускаемое отклонение сопротивления от номинального, %	±30	
Размер D _{max} , мм	6,0	4,2
Размер H _{max} , мм	5,5	4,2
Температура переключения, °С	120±10	65±10
Отношение R _{150°С} к R _{25°С} , не менее	—	10 ³
Отношение R _{180°С} к R _{25°С} , не менее	10 ³	—
Рабочее напряжение, В	110	
Напряжение включения, В	250	
Максимальное допустимое напряжение, В	400	
Ток в установившемся режиме, мА, не более (при 220 В)	10,0	

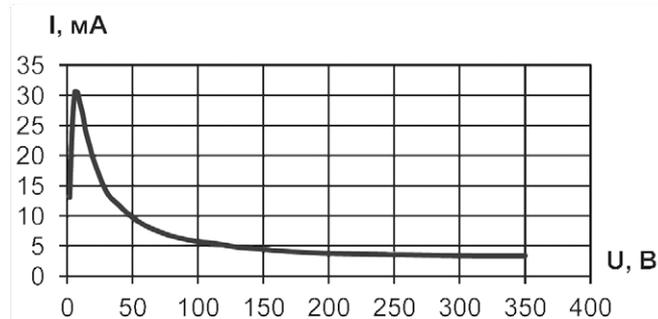
Примечание – По согласованию с потребителем допускается поставка терморезисторов без влагозащитного покрытия.

Диапазон рабочих температур, °С –25/70
 Конструкция диск
 Вывода проволочные однонаправленные

Типовые характеристики терморезисторов РТС-Л



Характер температурной зависимости сопротивления для терморезисторов с R_{ном} = 150 Ом



Характер вольт-амперной характеристики для терморезисторов с R_{ном} = 150 Ом

Пример условного обозначения

РТС-Л 120 Ом ± 30 % ТУ ВУ 300050407.082-2006
 (а) (б) (в) (г)

- а) обозначение вида терморезисторов;
- б) номинальное сопротивление;
- в) допускаемое отклонение сопротивления от номинального;
- г) обозначение документа на поставку.

2.2. Терморезисторы РТС-3

Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления РТС-3 предназначены для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий для защиты аппаратуры от повышенных токов.

Терморезисторы изготавливают в соответствии с ТУ РБ 07615377.067-99.

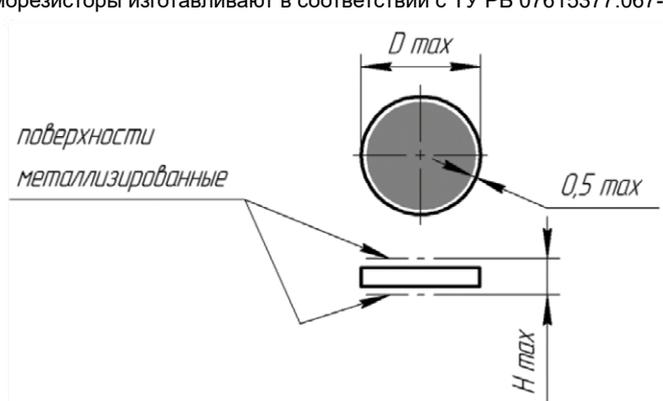


Рис. 1

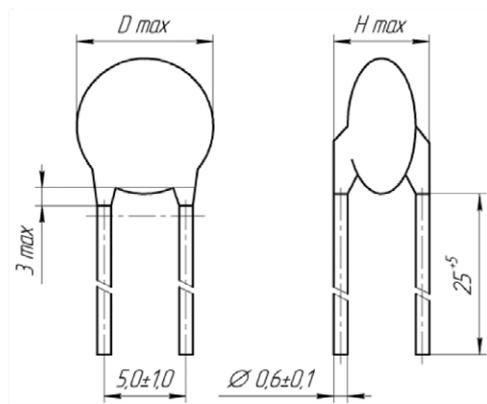


Рис. 2

Параметры и характеристики											
Вариант исполнения	Номинальное сопротивление при 25 °С, R _{ном} , Ом	Допускаемое отклонение сопротивления от номинального, %	Температура переключения, °С	Размеры, мм		Отношение R _{150°С К} R _{25°С} , не менее	Отношение R _{180°С К} R _{25°С} , не менее	Рабочее напряжение, В	Максимальное допустимое напряжение, В	Ток несрабатывания при 25 °С, не менее, мА	Время срабатывания при 25 °С, не более, с
				D max	H max						
Безвыводной (рис. 1)	22	±30	65±10	7,0	2,5	10 ³	—	220	265	50	—
			80±10			—	10 ³			70	—
	27		65±10	—	10 ³	50	—				
			80±10	—	10 ³	60	—				
15; 18	80±10	7,1	1,7	—	10 ³	100	—				
Выводной (рис. 2)	22	±30	65±10	6,0	5,5	10 ³	—	220	265	50	4
			80±10			—	10 ³			60	6
	27		65±10			—	10 ³			50	3
			80±10			—	10 ³			60	5
	22		120±10	8,2	5,5	—	10 ³			150	2
						—	10 ³			130	2
	39		65±10	6,0	5,5	10 ³	—			40	2,5
			80±10			—	10 ³			50	3,5
	39; 51; 62		120±10	6,0	5,5	—	10 ³			100	2
						65±10	10 ³			—	30
	62		80±10	6,0	5,5	—	10 ³			40	3
						—	10 ³			90	3
	75; 82		120±10	6,0	5,5	—	10 ³			60	3
						—	10 ³			60	3
25; 27	80±10	4,0	—	—	10 ³	60	При подаче тока 150 мА – 27 с; при подаче тока 300 мА – 5 с				

Примечание – По согласованию между изготовителем и потребителем возможно изготовление терморезисторов с другим номинальным сопротивлением, температурой переключения в диапазоне от 50 до 135 °С и током несрабатывания от 15 до 150 мА; изготовление выводных терморезисторов без влагозащитного покрытия.

Диапазон рабочих температур, °С –10/55

Конструкция диск

Вариант исполнения выводной и безвыводной

Контактные поверхности сплав алюминий/серебро или серебро-цинк/серебро

Вывода проволочные однонаправленные

Пример условного обозначения

РТС-3 1 22 Ом ±30 % 80 °С ТУ РБ 07615377.067-99
(а) (б) (в) (г) (д) (е)

а) обозначение вида терморезисторов;

б) обозначение варианта исполнения (цифра «1» – только для терморезисторов, изготовленных по рис. 1);

в) номинальное сопротивление;

г) допускаемое отклонение сопротивления от номинального;

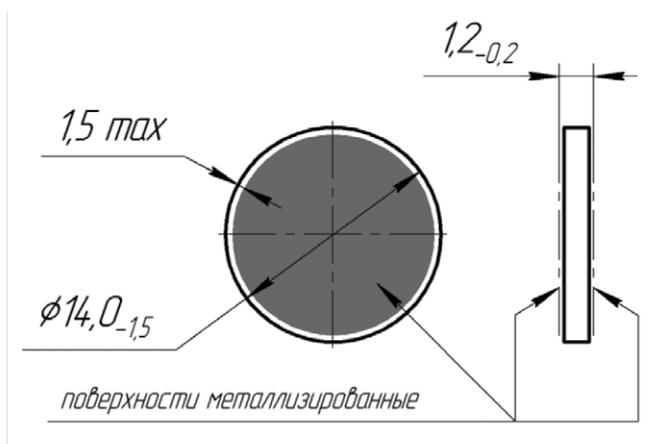
д) температура переключения;

е) обозначение документа на поставку.

2.3. Терморезисторы РТС-НА

Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления РТС-НА предназначены для эксплуатации в качестве нагревательных элементов.

Терморезисторы изготавливают в соответствии с ТУ ВУ 300050407.004-2006.



Параметры и характеристики	
Номинальное сопротивление при 25 °С, R _{ном} , Ом	1,5; 2,2
Допускаемое отклонение сопротивления от номинального, %	±30
Рабочее напряжение, В	12
Ток при рабочем напряжении, мА, не более	150
Максимальное допустимое напряжение, В	30
Пробивное напряжение, В, не менее	36
Температура переключения, °С	80±10; 100±10

Диапазон рабочих температур, °С –10/85
Конструкция диск
Контактные поверхности алюминий/серебро;
Вариант исполнения безвыводной

Пример условного обозначения

РТС-НА 2,2 Ом ± 30 % 80 ТУ ВУ 300050407.004-2006
 (а) (б) (в) (г) (д)

- а) обозначение вида терморезисторов;
- б) номинальное сопротивление;
- в) допускаемое отклонение сопротивления от номинального;
- г) температура переключения;
- д) обозначение документа на поставку.

2.4. Терморезисторы РТС-Д, РТС-Д9, РТС-Д9А

Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления РТС-Д, РТС-Д9, РТС-Д9А предназначены для эксплуатации в качестве нагревательных элементов, в том числе для подогрева дизельного топлива.

Терморезисторы изготавливают в соответствии с ТУ ВУ 300050407.004-2006.

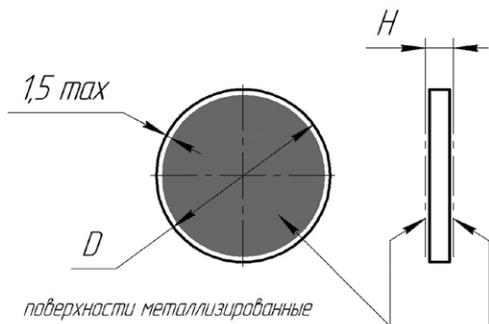


Рис. 1

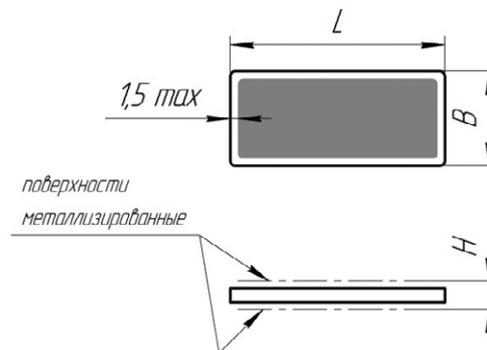


Рис. 2

Параметры и характеристики	РТС-Д				РТС-Д9А	РТС-Д9	
	Дисковый (рис. 1)		Прямоугольный (рис. 2)				
Вариант исполнения	3		4		1	2	—
Обозначение кода размера	3	4	1	2	—	1	2
Размер D, мм	19,5±1,0		—	—	—	—	—
Размер L, мм	—		35,4±0,2		26,0±0,5	20,0±0,5	20,0±1,0
Размер B, мм	—		6,2±0,2		15,0±0,5	16,0±0,5	16,0±1,0
Размер H, мм	1,0 ^{+0,3}	2,0±0,3	1,5 ^{+0,5} _{-0,4}	2,5 ^{+0,5} _{-0,4}	1,5±0,1	1,5±0,1	1,7±0,1
Номинальное сопротивление при 25 °С, R _{ном} , Ом	1,5; 2,2; 2,7; 3,3; 4,7; 6,8; 10					5	
Допускаемое отклонение сопротивления от номинального	±20 %; ±30 %; ±50 %					(±3/-2) Ом	
Рабочее напряжение, В	24						
Максимальное допустимое напряжение, В	30						
Пробивное напряжение, В, не менее	100		60		100		
Температура переключения, °С	120±15; 135±15		135±15				

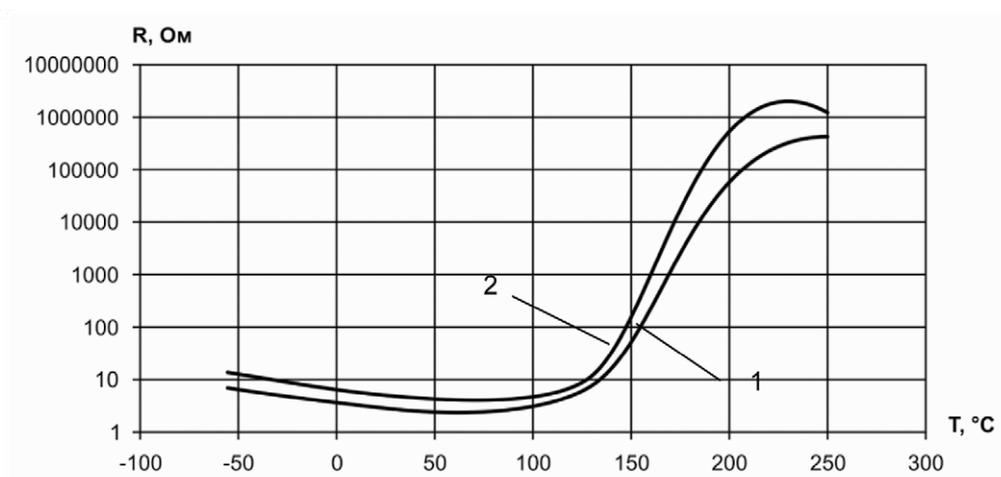
Диапазон рабочих температур, °С	–10/85
Конструкция	диск или прямоугольник
Вариант исполнения	безвыводной
Контактные поверхности	алюминий/серебро
Крепление	прижимными контактами

Примеры условного обозначения

РТС-Д	1	3,3 Ом	±30 %	3	120	ТУ ВУ 300050407.004-2006
(а)	(б)	(в)	(г)	(д)	(е)	(ж)
РТС-Д		3,3 Ом	±30 %	1		ТУ ВУ 300050407.004-2006
(а)		(в)	(г)	(д)		(ж)
РТС-Д9		5 Ом	(+3/-2) Ом	1		ТУ ВУ 300050407.004-2006
(а)		(в)	(г)	(д)		(ж)
РТС-Д9А		2,2 Ом	±30 %			ТУ ВУ 300050407.004-2006
(а)		(в)	(г)			(ж)

- а) обозначение вида терморезисторов;
- б) обозначение варианта исполнения (цифра «1») – только для терморезисторов РТС-Д, изготовленных по рисунку 1;
- в) номинальное сопротивление;
- г) допускаемое отклонение сопротивления от номинального;
- д) обозначение кода размера – только для терморезисторов РТС-Д и РТС-Д9;
- е) температура переключения – только для терморезисторов РТС-Д, изготовленных по рис. 1;
- ж) обозначение документа на поставку.

Характер температурной зависимости сопротивления терморезисторов РТС-Д, РТС-Д9А



1 – для терморезисторов РТС-Д, РТС-Д9А с $R_{\text{ном}} = 2,2$ Ом и температурой переключения 135 °C;
2 – для терморезисторов РТС-Д, РТС-Д9А с $R_{\text{ном}} = 6,8$ Ом и температурой переключения 135 °C

2.5. Терморезисторы РТС-ТД

Терморезисторы прямого подогрева с положительным температурным коэффициентом сопротивления РТС-ТД предназначены для эксплуатации в качестве датчиков температуры.

Терморезисторы изготавливают в соответствии с ТУ ВУ 300050407.013-2005.

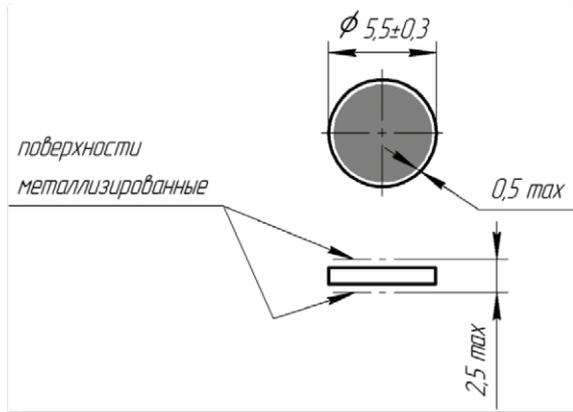


Рис. 1

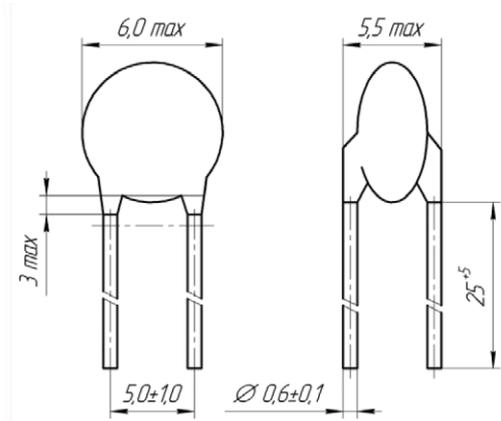


Рис. 2

Параметры и характеристики		
Вариант исполнения	Безвыводной (рис.1)	Выводной (рис.2)
Номинальное сопротивление при 25 °С, R _{ном} , Ом	62	
Допускаемое отклонение сопротивления от номинального, %	±30	
Температура переключения, °С	65±10	
Классификационная температура, °С	85±5; 95±5	
Сопротивление при классификационной температуре R _к , Ом	7,5 · 10 ³	
Рабочее напряжение, В	30	
Максимальное допустимое напряжение, В	45	

Диапазон рабочих температур, °С

–55/55

Конструкция

диск

Контактные поверхности

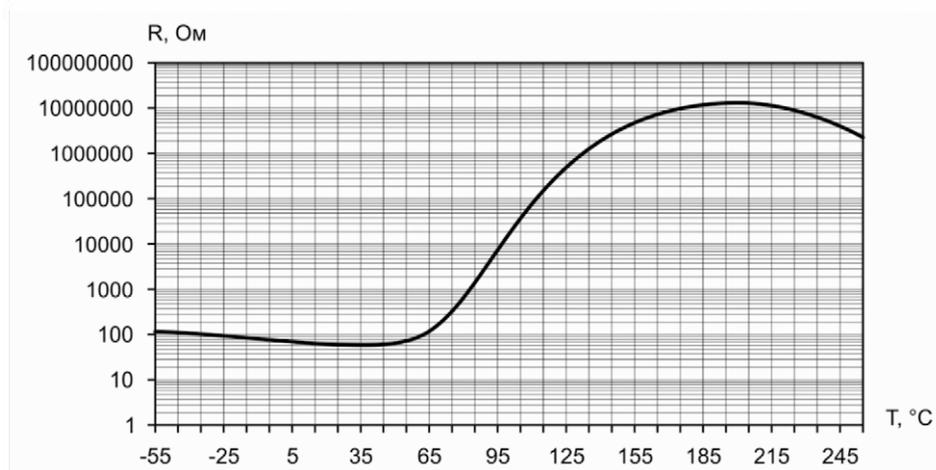
серебро-цинк/серебро

Вариант исполнения

выводной и безвыводной

Вывода

проволочные однонаправленные



Характер температурной зависимости сопротивления

Пример условного обозначения

РТС-ТД 1 62 Ом 85 °С ТУ ВУ 300050407.013-2005

(а) (б) (в) (г) (д)

а) обозначение вида терморезисторов;

б) обозначение варианта исполнения (цифра «1» – только для терморезисторов, изготовленных по рис. 1);

в) номинальное сопротивление;

г) классификационная температура;

д) обозначение документа на поставку.