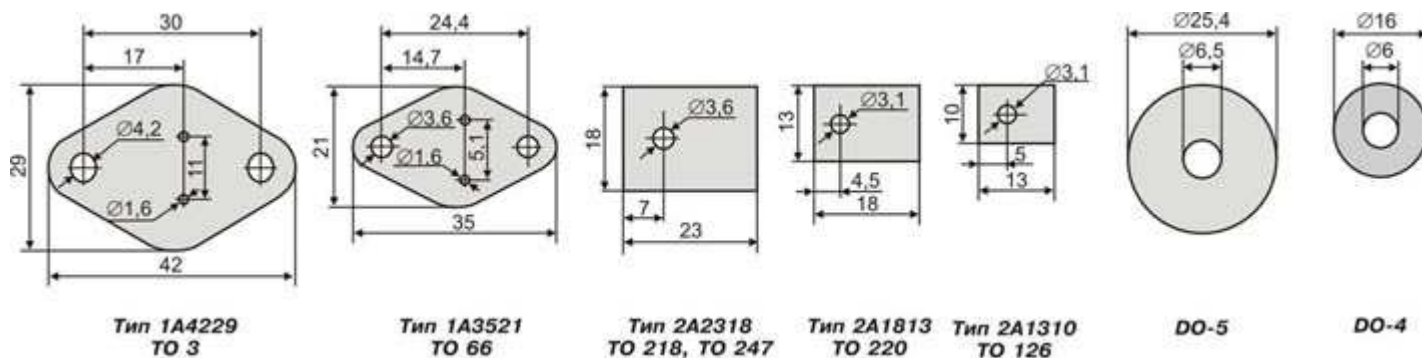


ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ЭЛАСТИЧНЫЕ ЛИСТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

КПТД-2 и ТС-23G

Примеры типовых подложек под стандартные корпуса



ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ИЗОЛИРУЮЩИЕ ПОДЛОЖКИ.

Керамико-полимерные теплопроводящие диэлектрические (КПТД) материалы КПТД-2 являются 100 %-ми тонкопленочными силиконовыми эластомерами, применяемыми для изготовления теплопроводящих эластичных подложек и теплопроводящих пленочных электрических изоляторов в изделиях тепло-, электро- и радиоэлектронной техники, работающих в интервале температур от минус 60 °С до плюс 250 °С.

- Высокая эластичность и теплопроводность в сочетании с малой толщиной и высокой прочностью обеспечивает минимальное термическое сопротивление при надежной электрической изоляции
- Монтаж электронных тепловыделяющих компонентов осуществляется без нанесения теплопроводящих паст, что гарантирует надежность и электрическую безопасность, а также сокращает время сборки
- Благодаря стекловолоконной основе материалы устойчивы к механическим повреждениям при сильном сжатии между плоскими прижимными поверхностями корпуса и радиатора – прижимное давление до 40 МПа не повреждает материал. При этом силиконовая основа с высокой теплопроводностью частично заполняет неровности микрорельефа поверхностей, повышая теплопередачу
- Материалы не токсичны, не выделяют вредных веществ в процессе монтажа и эксплуатации, не подвержены воздействию веществ, применяемых при очистке печатных плат
- Для удобства монтажа поверхность материала покрывается липким теплопроводящим клеящим слоем (К) или позиционирующей липкой теплопроводящей смазкой (П). Позиционирующая смазка имеет пониженную адгезионную прочность при сдвиге, что позволяет небольшим усилием перемещать приклеенную подложку по прижимной поверхности – позиционировать при монтаже.

Материалы серии КПТД-2/1 изготавливаются на основе микropорошков высокоочищенной оксидной керамики, перекристаллизованной по специальной технологии при температуре выше 2000 °С (α-Кристаллентм).

Материалы серии КПТД-2/2 изготавливаются на основе микropорошков оксидной и нитридной керамики, спеченных по уникальной технологии в среде высокоочищенного азота при температуре выше 1200 °С (β-Кристаллентм).

Материалы серии КПТД-2/3 изготавливаются на основе микropорошков нитридной керамики.

Материалы КПТД-2 выпускаются в виде листов прямоугольной формы шириной до 160 мм и длиной до 750 мм. Толщина листов составляет от 0,15 мм до 2 мм. Стандартное отклонение толщины листа от среднего не превышает ±10%.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ			
	Параметры и характеристики материала	Норма	
	Марка материала	КПДТ-2/3	ТС-23G
1	Внешний вид	Эластичный резиноподобный однородный листовый материал	
2	Цвет	Серый	Серый
3	Плотность, г/см ³ , в пределах	1,80-2,01	1,7
4	Твердость по Шору А, единиц, в пределах	70-90	75
5	Толщина листа при поставке, мм	от 0,15 до 2,0	0.23mm(+/-0.03)
6	Прочность на разрыв, kN/m	нет данных	4
7	Липкость**, Н/м, не менее	100	нет данных
8	Номинальное рабочее напряжение сжатия, МПа, не более	3,5	нет данных
9	Предельное напряжение сжатия, МПа, не более	20	нет данных
10	Предельная степень сжатия (эластичность) %, не менее	50	30
11	Электрическая прочность, кВ/мм (кВ) не менее		
	- при постоянном напряжении	15	(4)
	- при переменном напряжении	10	(4)
12	12 Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см, не менее	10 ¹²	10 ¹¹
13	Диэлектрическая проницаемость при 1000 Гц, не более	6,5	нет данных
14	Тангенс угла диэлектрических потерь, при 1000 Гц, не более	0,0045	нет данных

15	Теплопроводность, Вт/(м*К), не менее	1,5	0,8
16	Диапазон рабочих температур, С°	-60/+250	-40/+150

** - Определяется для материалов с липким клеящим слоем

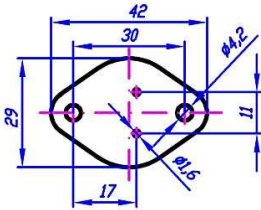
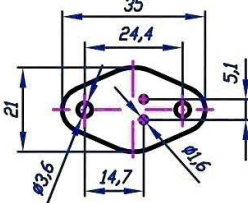
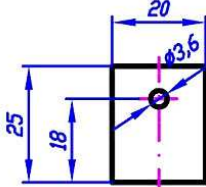
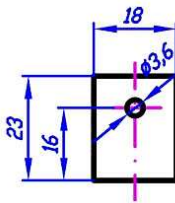
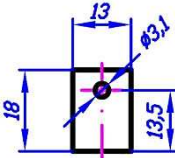
Обозначение материалов КПТД-2

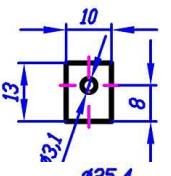
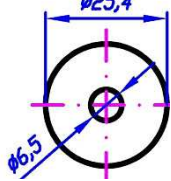
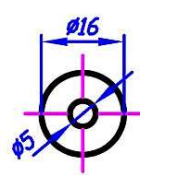
Материал КПТД-2/2-Н-ВxL-К

КПТД-2/2 – марка материала (материал керамико-полимерный теплопроводящий диэлектрический, -2 – второго типа (листовой армированный полимеризованный материал), /2 – второй серии по составу керамического наполнителя (всего включены составы керамического наполнителя серий 1, 2, 3);
 - Н – толщина листа при поставке, мм;
 - ВxL – ширина x длина листа прямоугольной формы при поставке, мм;
 - К (или П) – наличие липкого клеящего слоя, или липкой позиционирующей смазки на поверхности материала.

Указания по применению

1. Материалы КПТД-2 и изделия из них используются в состоянии поставки.
2. Номинальное рабочее напряжение сжатия (МПа) определяет допустимую относительную деформацию листа материала в пределах до 10% от его исходной толщины, при которой изготовителем гарантируются прочностные, электроизоляционные и теплопроводящие свойства, представленные в таблице «ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ».
3. Предельное напряжение сжатия определяет относительную деформацию листа материала в пределах до 50% от его исходной толщины при которой не происходит потеря эластичности, и в последующем, при снятии напряжения сжатия материал восстанавливается до исходной толщины и сохраняет свои свойства. Не допускается эксплуатация изделий из материала КПТД-2 при превышении предельного напряжения сжатия.
4. Качество сжимающих поверхностей должно соответствовать ГОСТ 265. Шероховатость сжимающих поверхностей не должна превышать Ra=0,63 мкм по ГОСТ 2789. Отклонение геометрии сжимающих поверхностей по плоскостности и параллельности должно быть не выше степени точности 7 по ГОСТ 24643.
5. Эффективность теплоотвода или величина удельного термического сопротивления подложки из материала КПТД-2 определяется усилием сжатия поверхностей прибора и радиатора, их плоскостностью и параллельностью при сборке, а также наличием остаточных воздушных полостей между подложкой и прижимными поверхностями. С целью максимального выдавливания воздушных полостей рекомендуется приложить подложку глянцевой поверхностью или поверхностью с липким слоем к наиболее качественной прижимной поверхности и прикатать резиновым валиком.
6. Запрещается хранение, манипулирование и эксплуатация материалов КПТД-2 при температурах ниже минус 60 °С и выше плюс 250 °С.

Теплопроводящие свойства типовых прокладок из материалов КПТД-2						
Обозначение	Вид	Поверхность теплопередачи, см²	Толщина прокладки, мм	Термическое сопротивление R_F , К/Вт, при напряжении сжатия 0,69 МПа (100 psi), стандартная / с липким слоем		
				КПТД-2/1	КПТД-2/2	КПТД-2/3
2A4229 (ТО-3)		7,99	0,20	0,39/0,35	0,34/0,31	0,29/0,25
			0,30	0,53/0,50	0,45/0,42	0,38/0,34
			0,50	0,83/0,79	0,67/0,64	0,55/0,51
			1,00	1,54/1,50	1,22/1,19	0,99/0,95
			1,50	2,26/2,22	1,77/1,74	1,42/1,38
			2,00	2,98/2,94	2,32/2,23	1,86/1,82
2A3521 (ТО-66)		5,00	0,20	0,63/0,57	0,55/0,50	0,47/0,41
			0,30	0,86/0,79	0,72/0,68	0,60/0,54
			0,50	1,32/1,25	1,08/1,03	0,88/0,82
			1,00	2,47/2,40	1,95/1,90	1,58/1,52
			1,50	3,62/3,55	2,83/2,78	2,27/2,21
			2,00	4,77/4,70	3,71/3,66	2,97/2,91
2A2520 (ТО-3P)		4,90	0,20	0,64/0,58	0,56/0,51	0,47/0,41
			0,30	0,88/0,81	0,74/0,69	0,62/0,56
			0,50	1,35/1,28	1,10/1,05	0,90/0,84
			1,00	2,52/2,45	1,99/1,94	1,61/1,55
			1,50	3,69/3,63	2,89/2,84	2,37/2,26
2A2318 (ТО-218, ТО-247)		4,04	0,20	0,78/0,70	0,68/0,62	0,58/0,50
			0,30	1,06/0,98	0,90/0,84	0,75/0,67
			0,50	1,63/1,55	1,33/1,27	1,09/1,02
			1,00	3,05/2,98	2,42/2,36	1,95/1,88
			1,50	4,48/4,40	3,50/3,44	2,81/2,73
2A1813 (ТО-220)		2,26	0,20	1,39/1,25	1,21/1,11	1,03/0,90
			0,30	1,90/1,76	1,60/1,50	1,34/1,20
			0,50	2,92/2,78	2,38/2,27	1,95/1,82
			1,00	5,46/5,32	4,32/4,21	3,49/3,35

2A1310 (TO-126)		1,22	0,20 0,30 0,50 1,00	2,58/2,31 3,52/3,26 5,40/5,14 10,11/9,85	2,25/2,05 2,97/2,77 4,40/4,21 8,00/7,80	1,91/1,66 2,48/2,23 3,61/3,37 6,46/6,21
2D25,4x6,5 (DO-5)		4,74	0,20 0,30 0,50 1,00	0,66/0,60 0,91/0,84 1,39/1,32 2,60/2,54	0,58/0,53 0,76/0,71 1,13/1,08 2,06/2,01	0,49/0,43 0,64/0,57 0,93/0,87 1,66/1,60
2D16x5 (DO-4)		1,81	0,20 0,30 0,50 1,00	1,74/1,56 2,37/2,19 3,64/3,47 6,82/6,64	1,52/1,38 2,00/1,87 2,97/2,84 5,39/5,26	1,28/1,12 1,67/1,50 2,44/2,27 4,35/4,19

Керамико-полимерные теплопроводящие диэлектрические (КПТД) материалы КПТД-2 являются 100%-ми тонкопленочными силиконовыми эластомерами, применяемыми для изготовления теплопроводящих эластичных прокладок и теплопроводящих пленочных электрических изоляторов в изделиях тепло-, электро- и радиоэлектронной техники, работающих в интервале температур от минус 60°C до плюс 250°C.

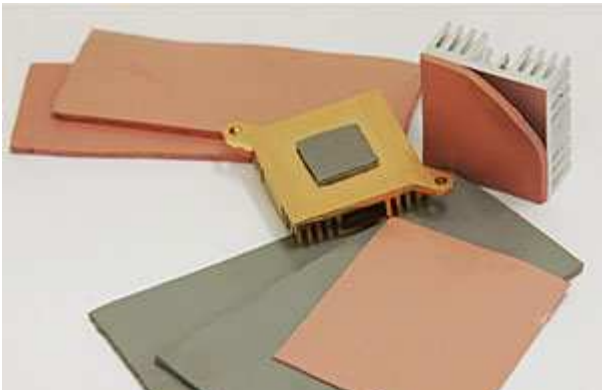


- Природная эластичность и теплопроводность в сочетании с малой толщиной и высокой прочностью обеспечивают минимальное термическое сопротивление при надежной электрической изоляции
- Монтаж электронных тепловыделяющих компонентов осуществляется без нанесения теплопроводящих паст, что гарантирует надежность и электрическую безопасность, а также сокращает время сборки
- Благодаря армированию стекловолокном материалы устойчивы к механическим повреждениям при сильном сжатии между плоскими прижимными поверхностями корпуса и радиатора – прижимное давление до 40 МПа не повреждает материал. При этом эластичная силиконовая основа с высокой теплопроводностью заполняет неровности микрорельефа сжимающих поверхностей, повышая теплопередачу
- Материалы не токсичны, не выделяют вредных веществ в процессе монтажа и эксплуатации, не подвержены воздействию веществ, применяемых при очистке печатных плат
- Для удобства монтажа поверхность материала покрывается липким клеящим слоем (ЛК) или липкой позиционирующей смазкой (ЛП). Липкая позиционирующая смазка имеет пониженную адгезионную прочность при сдвиге, что позволяет небольшим усилием перемещать приклеенную прокладку по прижимной поверхности – позиционировать при монтаже

Материалы КПТД-2 обеспечивают эффективный отвод тепла и электрическую изоляцию за счет повышенных теплопроводящих и диэлектрических свойств керамических наполнителей, конформности к контактным поверхностям и выраженной термической релаксации. Листовые материалы КПТД-2М благодаря особому эластичному гелеобразному полимеру чрезвычайно легко деформируются при сжатии и плотно прилегают ко всем компонентам печатной платы. Такие материалы при толщине листа 0,5-6 мм могут служить прокладкой между всей печатной платой и теплоотводящим элементом, например, металлическим корпусом устройства или радиатором, обеспечивая объемный теплоотвод.

Изделия из листовых материалов КПТД-2М, называемые нами **Heat-Conducting Plastic Enveloping Pads, или HCPETM Pads (HCPETM-прокладки, HCPETM 3D-прокладки)**, являются аналогами материалов Gap Pad®, Gap Filler® и Softtherm® известных производителей.

Материалы КПТД-2 выпускаются в виде листов прямоугольной формы шириной до 160 мм и длиной до 780 мм, а также в виде прокладок, вырезанных из листов материала КПТД-2 по чертежам, согласованным с потребителями. Допускаемое отклонение длины и ширины листа, а также линейных размеров прокладки не превышает ±0,5 мм. Нормируемая толщина листов (прокладок)



при заказе составляет 0,15, 0,20, 0,30, 0,45, 0,50, 0,75, 1,00, 1,50, 2,00 мм. Стандартные размеры листов 150х100 мм, 150х130 мм, 150х220 мм, 160х220 мм, 160х260 мм. Размеры и форма других листов и прокладок при поставке согласуются с потребителями.

Материалы марки КПТД-2/1 изготавливаются на основе микропорошков высокоочищенной оксидной керамики, перекристаллизованной по специальной технологии при температуре выше 2000°С .

Материалы марки КПТД-2/2 изготавливаются на основе микропорошков оксидной и нитридной керамики, спеченных по уникальной технологии в среде высокоочищенного азота при температуре выше 1200°С .

Материалы марки КПТД-2/3 изготавливаются на основе микропорошков нитридной керамики.

Листовые материалы КПТД-2 и КПТД-2М производятся методом поэтапной контактной заливки под давлением –**формованием**.
В данном случае листовой материал представляет собой плотноупакованную однородную по толщине структуру с достаточно гладкой и ровной поверхностью.
Высокие технические и потребительские свойства КПТД-материалов достигаются за счет следующих технологических приемов:

- максимальное наполнение каучуковой основы микропорошком при оптимальном сочетании различных фракций микропорошков теплопроводящего керамического наполнителя;
- применение специально разработанных теплопроводящих диэлектрических микропорошков α-Кристален™, β-Кристален™ и нитридной керамики различного фракционного состава;
- получение под давлением плотноупакованной однородной по толщине структуры материала при отсутствии выраженных внутренних газовых полостей;
- использование армирующей электроизоляционной стекловолоконной основы минимальной толщины;
- применение технологии глянцевої калибровки поверхности листа с целью достижения максимальной конформности к прижимным поверхностям.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ КПТД-2				
Наименование	Норма по ТУ РБ 100009933.004-2001			Методы контроля
	Марка материала			
	КПДТ-2/1	КПДТ-2/2	КПДТ-2/3	
Внешний вид	Эластичный резиноподобный однородный листовой материал			Визуально
Цвет	Розовый, Коричневый, серый			Визуально
Плотность, г/см³	2,05-2,20	1,90-2,10	1,80-2,00	ГОСТ 15139
Твердость по Шору А, единиц	70-90			ГОСТ 263
Толщина, мм	от 0,15 до 2,0			ГОСТ 11358
Липкость , Н/м, не менее	100			ГОСТ 28019
Номинальное рабочее напряжение сжатия, МПа, не менее	3,5			
Предельное напряжение сжатия, МПа, не менее	20			ГОСТ 26605 п.5.12 ТУ
Предельная степень сжатия (эластичность), %, не менее	50			
Электрическая прочность, кВ/мм, не менее				ГОСТ 6433.3
при постоянном напряжении	25	20	15	
при переменном напряжении	18	15	10	
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом•см, не менее	10 ¹⁴	10 ¹³	10 ¹²	ГОСТ 6433.2
Диэлектрическая проницаемость, при 1000 Гц, не более	6,5			ГОСТ 22372
Тангенс угла диэлектрических потерь, при 1000 Гц, не более	0,0045			ГОСТ 22372
Теплопроводность, Вт/(м•К), не менее	0,80	1,10	1,40	ASTM D 5470 ГОСТ 12.4.145
Удельное термическое сопротивление, (К•см²)/Вт, при толщине листа 0,20±0,02 мм и давлении сжатия 0,69 МПа (100 psi), (в формате ТОЗ, ТО220), не более,				ASTM E 1530 ГОСТ 12.4.145
- исходный листовой материал	3,10	2,70	2,30	
- материал с клеящим слоем или с позиционирующей смазкой	2,80	2,50	2,00	

Материалы КПТД-2 имеют ресурс работы при температуре плюс 200°С не менее 2500 ч, при температуре плюс 250°С не менее 1500 ч.

Вид климатического исполнения КПТД-материалов в состоянии полимеризации В1.1 по ГОСТ 15150.

Срок эксплуатации в изделиях с категорией размещения 4 по ГОСТ 15150 не менее 10 лет.

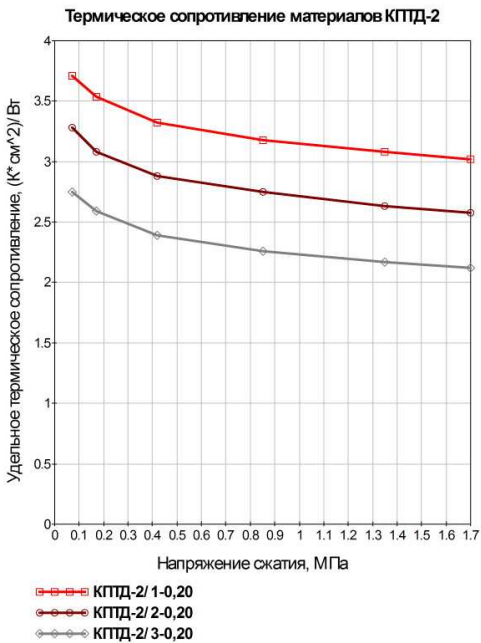
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ КПТД-2М				
Наименование	Норма по ТУ РБ 100009933.004-2001			Методы контроля
	Марка материала			
	КПТД-2М/1	КПТД-2М/2	КПТД-2М/3	
Внешний вид	Эластичный резиноподобный однородный листовой материал			Визуально
Цвет	Розовый, Коричневый, серый			Визуально
Плотность, г/см³	2,05-2,20	1,90-2,10	1,80-2,00	ГОСТ 15139
Твердость по Шору А, единиц	5-10			ГОСТ 263
Толщина, мм	от 0,20 до 6,0			ГОСТ 11358
Липкость, Н/м, не менее	100			ГОСТ 28019
Номинальное рабочее напряжение сжатия, МПа, не менее, при толщине материала, мм				ГОСТ 26605 п.5.12 ТУ
0,20	2,2			
0,30	1,5			
0,50	0,6			
Предельное напряжение сжатия, МПа, не менее, при толщине материала, мм				
0,20				
0,30	7,5			

0,50	5,5			
	2,8			
Предельная степень сжатия (эластичность), %, не менее	50			
Электрическая прочность, кВ/мм, не менее				ГОСТ 6433.3
при постоянном напряжении	25	20	15	
при переменном напряжении	18	15	10	
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом•см, не менее	10 ¹⁴	10 ¹³	10 ¹²	ГОСТ 6433.2
Диэлектрическая проницаемость, при 1000 Гц, не более	6,5			ГОСТ 22372
Тангенс угла диэлектрических потерь, при 1000 Гц, не более	0,0045			ГОСТ 22372
Теплопроводность, Вт/(м•К), не менее	0,80	1,10	1,40	ASTM D 5470 ГОСТ 12.4.145
Удельное термическое сопротивление, (К•см²)/Вт, при толщине листа 0,20±0,02 мм и давлении сжатия 0,69 МПа (100 psi), (в формате ТОЗ, ТО220), не более	2,50	2,00	1,60	ASTM E 1530 ГОСТ 12.4.145

ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА ПРОКЛАДОК ИЗ МАТЕРИАЛОВ КПТД-2 И КПТД-2М

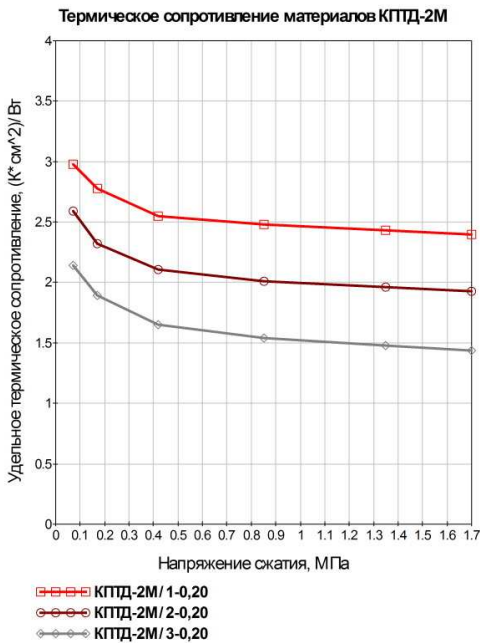
Для оценки теплопроводящих свойств листовых материалов применяется математическая модель расчета термического сопротивления. В данном случае суммарное удельное термическое сопротивление теплопередаче R включает термическое сопротивление на границе «теплоотдающая контактная поверхность – прокладка» R_{1s} , термическое сопротивление, зависящее от толщины δ и теплопроводности λ материала прокладки δ/λ , а также термическое сопротивление на границе «прокладка – теплопринимающая контактная поверхность» R_{2s} .

Термическое сопротивление материалов КПТД-2



[увеличить>>](#)

Термическое сопротивление материалов КПТД-2М



[увеличить>>](#)

Следует отметить, что за счет конформной поверхности и эластичности термическое сопротивление материалов КПТД-2 стабилизируется уже при напряжении сжатия 0,5-0,7 МПа. При напряжении сжатия до 3,5 МПа изменение толщины материала КПТД-2 за счет сжатия с достаточной точностью возможно рассчитать по формуле. При применении одностороннего липкого слоя или позиционирующей смазки суммарное удельное контактное термическое сопротивление уменьшается (см. величину R_{0s}). Ниже в таблице представлены расчетные значения термических сопротивлений типовых прокладок для различных марок и толщин материалов КПТД-2, полученные при следующих значениях эмпирических коэффициентов:

- материал листовой КПТД-2/1 $R_s=0,90 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $R_{0s}=0,58 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $\lambda=0,87 \text{ Вт/м*К}$
- материал листовой КПТД-2/2 $R_s=1,03 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $R_{0s}=0,79 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $\lambda=1,14 \text{ Вт/м*К}$
- материал листовой КПТД-2/3 $R_s=0,97 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $R_{0s}=0,67 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $\lambda=1,44 \text{ Вт/м*К}$

Представленная выше математическая модель расчета термического сопротивления листовых материалов КПТД-2 при напряжениях сжатия в пределах 0,5-1,7 МПа дает хорошую сходимость результатов при соблюдении требований к сжимающим контактным поверхностям.

Для листовых материалов с повышенной эластичностью и пониженной твердостью КПТД-2М термическое сопротивление стабилизируется при напряжениях сжатия 0,35-0,70 МПа и при последующем увеличении напряжения сжатия зависит лишь от остаточной толщины материала. Значение термического сопротивления прокладок из различных марок и толщин материалов КПТД-2М возможно определить, используя следующие значения эмпирических коэффициентов модели:

- материал листовой КПТД-2М/1 $R_s=0,23 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $\lambda=0,87 \text{ Вт/м*К}$
- материал листовой КПТД-2М/2 $R_s=0,23 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $\lambda=1,14 \text{ Вт/м*К}$
- материал листовой КПТД-2М/3 $R_s=0,23 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $\lambda=1,44 \text{ Вт/м*К}$

Пример 2. Силовой элемент (диод) с целью отвода выделяемого тепла устанавливается на алюминиевый радиатор через теплопроводящую электроизолирующую прокладку 2А4229 (ТО-3), выполненную из материала КПТД-2/1-0,20. Требуется определить термическое сопротивление прокладки R_F для оценки достаточности теплоотвода, а также рассчитать перепад температур ΔT между корпусом диода и радиатором при значении отводимой тепловой мощности $Q=25 \text{ Вт}$

1. По маркировке материала принимаем исходную толщину прокладки $\delta_0=0,20 \text{ мм}$;
2. Определяем площадь контактной поверхности прокладки $F=7,99 \text{ см}^2$;
3. Принимаем значения $R_s=0,90 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$, $\lambda=0,87 \text{ Вт/м*К}$ для материала КПТД-2/1;
4. Принимаем напряжение сжатия прокладки $\sigma=0,7 \text{ МПа}$, модуль упругости $E=157,8 \text{ МПа/мм}$ и рассчитываем ее остаточную толщину при сжатии по формуле: $\delta=0,196 \text{ мм}$
5. Рассчитываем удельное термическое сопротивление $R=R_s+\delta/\lambda$, $R=3,15 \text{ К*см}^2/\text{Вт}$;
6. Определяем термическое сопротивление прокладки R_F по формуле: $R_F=0,394 \text{ К/Вт}$;
7. Рассчитываем перепад температур, используя формулу: $\Delta T=R_F*Q$, $\Delta T=9,85 \text{ °C}$;

Для примера 2 при применении материала КПТД-2/3-0,20-ЛК имеем:

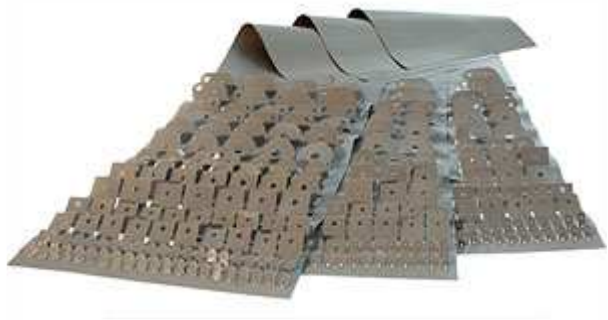
$R_{0S} = 0,67 \frac{K^{\circ}cm^2}{Вт}, E = 157,8 \frac{МПа}{мм}, \lambda = 1,44 \frac{Вт}{м^{\circ}К}, R = 2,03 \frac{K^{\circ}cm^2}{Вт}, R_F = 0,254 \frac{К}{Вт}, \Delta T = 6,35^{\circ}C;$

Для примера 2 при применении материала КПТД-2М/3-0,20 имеем:

$R_S = 0,23 \frac{K^{\circ}cm^2}{Вт}, E = 98,1 \frac{МПа}{мм}, \lambda = 1,44 \frac{Вт}{м^{\circ}К}, R = 1,53 \frac{K^{\circ}cm^2}{Вт}, R_F = 0,191 \frac{К}{Вт}, \Delta T = 4,79^{\circ}C;$

Обозначение листовых материалов КПТД-2

Материал листовой теплопроводящий электроизоляционный
КПТД-2/2-Н-ЛхВ-ЛК ТУ РБ 100009933.004-2001 или
Лист ВхL КПТД-2/2-Н-ЛК ТУ РБ 100009933.004-2001,



где **КПТД-2/2** – марка материала;
-2 – материал второго типа (листовой армированный полимеризованный материал);
/2 – второй серии по составу керамического наполнителя (всего включены составы керамического наполнителя серий 1, 2, 3);
Н – толщина листа, мм;
ВхL – ширина х длина листа прямоугольной формы, мм;
ЛК (или ЛП) – наличие липкого клеящего слоя, или липкой позиционирующей смазки на поверхности материала.

Обозначение прокладок из листовых материалов КПТД-2:

Прокладка 2A4229 КПТД-2М/1-Н-ЛК ТУ РБ 100009933.004-2001,

где **2A4229** – маркировка прокладки (не нормируется);
КПТД-2М/1 – марка листового материала;
Н – толщина материала (прокладки), мм;
ЛК (или ЛП) – наличие липкого клеящего слоя, или липкой позиционирующей смазки на поверхности материала.

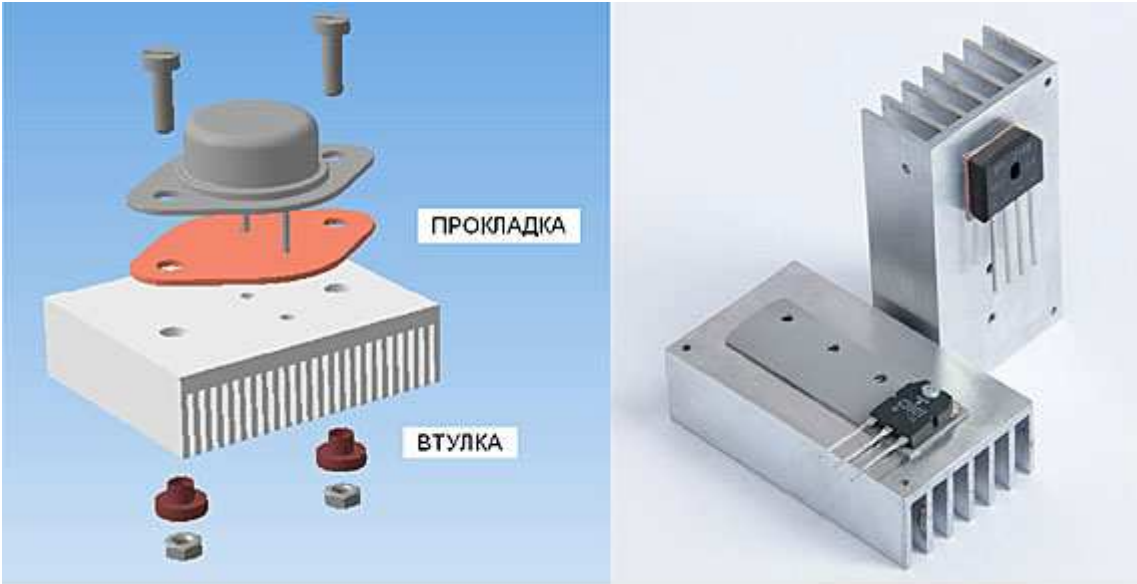
Рекомендуемая маркировка нестандартных прокладок при заказе:

Прокладка 1P42х29, прокладка 2D16х6,5,

где первая цифра **1** или **2** – обозначает отсутствие (1) или наличие (2) в прокладке отверстий или сложных вырезов согласно прилагаемому чертежу;
буква – форма прокладки Р (R) – прокладка ромбической формы, К – прямоугольной, Т – трапециадальной, Д (D) – круглой (овальной), С – сложной формы;
42х29 – максимальные размеры образующей прокладки (прямоугольник – длина х ширина), мм;
16 – диаметр круглой прокладки, мм;
6,5 – диаметр центрального отверстия в круглой прокладке.

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

1. Листовые материалы КПТД-2 (КПТД-2М) и изделия из них используются в состоянии поставки. Перед применением снимите защитную полимерную пленку с поверхности материала.
2. Определите требуемое усилие сжатия контактных поверхностей, между которыми устанавливается прокладка. При этом следует учитывать, что номинальное рабочее напряжение сжатия (МПа) определяет допустимую относительную деформацию листа материала в пределах до 10% от его исходной толщины, при которой изготовителем гарантируются прочностные, электроизоляционные и теплопроводящие свойства, представленные в таблице «Технические характеристики».
3. Предельное напряжение сжатия определяет относительную деформацию материала в пределах до 50% от его исходной толщины при которой не происходит потеря эластичности, и в последующем, при снятии напряжения сжатия материал восстанавливается до исходной толщины и сохраняет свои свойства. Не допускается эксплуатация прокладок из материалов КПТД-2 (КПТД-2М) при превышении предельного напряжения сжатия.
4. Качество сжимающих поверхностей (транзистора и радиатора) для достижения нормируемых теплопередающих свойств прокладки должно соответствовать ГОСТ 265. Шероховатость сжимающих поверхностей не должна превышать Ra=0,63 мкм по ГОСТ 2789. Отклонение геометрии сжимающих поверхностей по плоскостности и параллельности должно быть не выше степени точности 7 по ГОСТ 24643. Наличие заусениц и других дефектов на контактных поверхностях может нарушить целостность прокладки, и, соответственно, требуемую электрическую изоляцию.



5. Эффективность отвода тепла через прокладку из материала КПТД-2 определяется усилием сжатия поверхностей прибора и радиатора, их плоскостностью и параллельностью при сборке, а также наличием остаточных воздушных полостей между прокладкой и прижимными поверхностями. С целью максимального выдавливания воздушных полостей рекомендуется приложить прокладку глянцевой поверхностью или поверхностью с липким слоем к наиболее качественной прижимной поверхности и прикатать резиновым валиком.

6. Для изоляции полупроводниковых приборов от корпуса радиатора при креплении винтами используйте втулки изолирующие М2,5 и М3 из термостойкого полиамида.
7. В случае применения прокладок большого формата с площадью поверхности от 20 до 1200 см² часто возникает проблема качественной подготовки контактных поверхностей. При этом толщины и эластичности прокладки бывает не достаточно, чтобы при сжатии компенсировать дефекты самих поверхностей, а также их плоскостность и параллельность при сборке. Чтобы не увеличивать толщину прокладки, приводящую к увеличению термического сопротивления, рекомендуется предварительно нанести на контактные поверхности соответствующую теплопроводную пасту КПТД-3 и затем установить и прикатать прокладку.
8. Запрещается хранение, манипулирование и эксплуатация материалов КПТД-2 (КПТД-2М) при температурах ниже минус 60°С и выше плюс 250°С.