

Технические характеристики
 Теплопроводящие свойства
 Теплопроводящие свойства типовых прокладок
 Обозначение при заказе
 Указания по применению
 Меры предосторожности
 Гарантии изготовителя

Качественные показатели:	
КПТД-2/1-0,20	КПТД-2-1-2,00
КПТД-2-1-0,30	КПТД-2-2-0,20
КПТД-2-1-0,50	КПТД-2-2-0,50
КПТД-2-1-0,75	КПТД-2-3-0,20
КПТД-2-1-1,00	КПТД-2-3-0,50

Керамико-полимерные теплопроводящие диэлектрические (КПТД) материалы НОМАКОН™ 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°С до плюс 250°С.

- 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 сжимающихся 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 НОМАКОН™ 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 теплопроводящим элементом, например, металлическим корпусом устройства или радиатором, обеспечивая объемный теплоотвод.

Изделия из листовых материалов КПТД-2М, называемые нами **Heat-Conducting Plastic Enveloping Pads, или НСРЕ™ Pads (НСРЕ™-прокладки, НСРЕ™ 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 150x100 мм, 150x130 мм, 150x220 мм, 160x220 мм, 160x260 мм. Размеры и форма других листов и прокладок при поставке согласуются с потребителями.

Материалы марки КПТД-2/1 изготавливаются на основе микрочастиц высокоочищенной оксидной керамики, перекристаллизованной по специальной технологии при температуре выше 2000°C (α-Кристален™).

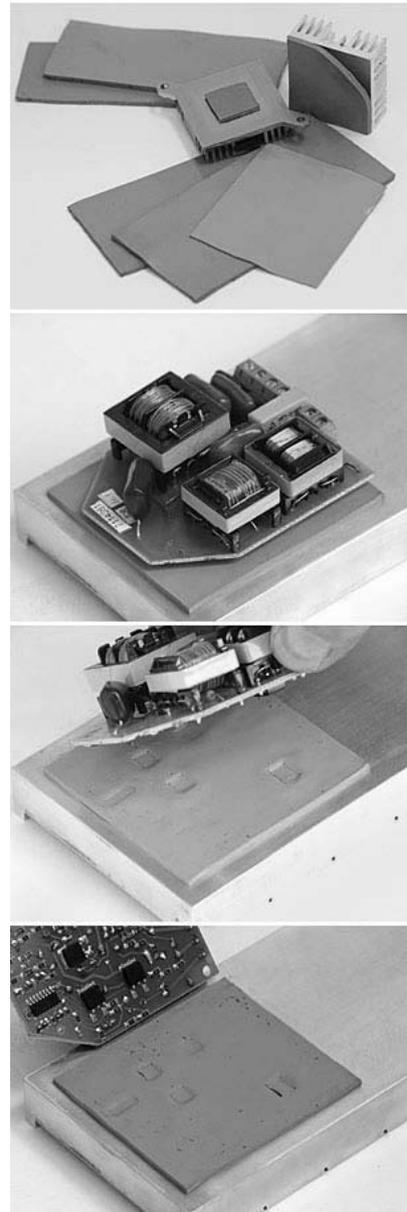
Материалы марки КПТД-2/2 изготавливаются на основе микрочастиц оксидной и нитридной керамики, спеченных по уникальной технологии в среде высокоочищенного азота при температуре выше 1200°C (β-Кристален™).

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

Листовые материалы НОМАКОН™ КПТД-2 и КПТД-2М производятся методом поэтапной контактной заливки под давлением – **формованием**.

В данном случае листовый 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 микрочастицами при оптимальном сочетании различных фракций микрочастиц теплопроводящего керамического наполнителя;
- применение специально разработанных теплопроводящих диэлектрических микрочастиц 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 гляцевой калибровки поверхности листа с целью достижения максимальной конформности к прижимным поверхностям.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НОМАКОН™ КПТД-2				
Наименование	Норма по ТУ РБ 100009933.004-2001			Методы контроля
	Марка материала			
	КПТД-2/1	КПТД-2/2	КПТД-2/3	
Внешний вид	Эластичный резиноподобный однородный листовый материал			Визуально
Цвет	Розовый, серый(*)	Коричневый, серый(*)	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			ГОСТ 26605 п.5.12 ТУ
Предельное напряжение сжатия, МПа, не менее	20			
Предельная степень сжатия (эластичность), %, не менее	50			
Электрическая прочность, кВ/мм, не менее при постоянном напряжении при переменном напряжении	25	20	15	ГОСТ 6433.3
	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 ТО3, ТО220), не более, - исходный листовой материал - материал с клеящим слоем или с позиционирующей смазкой	3,10 2,80	2,70 2,50	2,30 2,00	ASTM E 1530 ГОСТ 12.4.145
(*) - Цвет может быть изменен по согласованию с потребителем (*) - Определяется для материалов с липким клеящим слоем (ЛК)				

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.

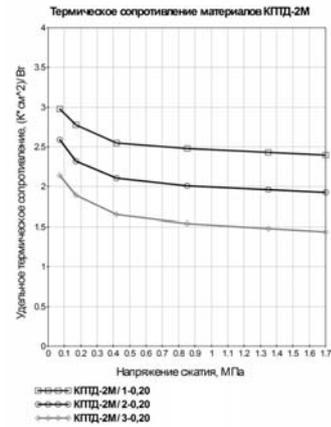
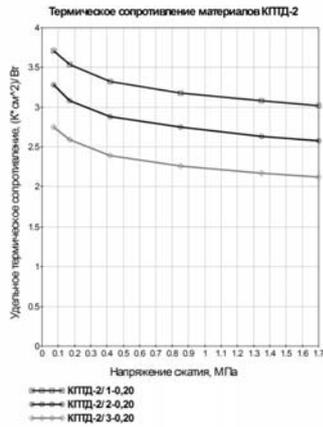
Срок эксплуатации в изделиях с категорией размещения 4 по ГОСТ 15150 не менее 10 лет.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НОМАКОН™ 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, серый(*)	Коричневый, серый(*)	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 0,20 0,30 0,50	2,2 1,5 0,6			ГОСТ 26605 п.5.12 ТУ
Предельное напряжение сжатия, МПа, не менее, при толщине материала, мм 0,20 0,30 0,50	7,5 5,5 2,8			
Предельная степень сжатия (эластичность), %, не менее	50			
Электрическая прочность, кВ/мм, не менее при постоянном напряжении при переменном напряжении	25 18	20 15	15 10	ГОСТ 6433.3
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 ТО3, ТО220), не более	2,50	2,00	1,60	ASTM E 1530 ГОСТ 12.4.145
(*) - Цвет может быть изменен по согласованию с потребителем				

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

Для оценки теплопроводящих свойств листовых материалов применяется математическая модель расчета термического сопротивления, представленная выше на странице сайта «ОПИСАНИЕ - Термическое сопротивление КПТД-материалов». В данном случае суммарное удельное термическое сопротивление теплопередаче R (см. формулу 2) 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 Термическое сопротивление материалов КПТД-2М



увеличить >>

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 5. 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 $R_S = 0,90 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $R_{0S} = 0,58 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $\lambda = 0,87 \frac{Bт}{м \cdot K}$

- материал листовой КПТД-2/2 $R_S = 1,03 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $R_{0S} = 0,79 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $\lambda = 1,14 \frac{Bт}{м \cdot K}$

- материал листовой КПТД-2/3 $R_S = 0,97 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $R_{0S} = 0,67 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $\lambda = 1,44 \frac{Bт}{м \cdot K}$

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, которые представлены в разделе «Указания по применению».

Для листовых материалов с повышенной эластичностью и пониженной твердостью НОМАКОН™ 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 $R_S = 0,23 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $\lambda = 0,87 \frac{Bт}{м \cdot K}$

- материал листовой КПТД-2М/2 $R_S = 0,23 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $\lambda = 1,14 \frac{Bт}{м \cdot K}$

- материал листовой КПТД-2М/3 $R_S = 0,23 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $\lambda = 1,44 \frac{Bт}{м \cdot K}$

Пример 2. Силовой элемент (диод) с целью отвода выделяемого тепла устанавливается на алюминиевый радиатор через теплопроводящую электроизолирующую прокладку 2A4229 (ТО-3), выполненную из материала НОМАКОН™ 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 $Q = 25$ Вт

1. По маркировке материала принимаем исходную толщину прокладки $\delta_0 = 0,20$ мм ;

2. Определяем площадь контактной поверхности прокладки $F = 7,99$ см² ;

3. Принимаем значения $R_S = 0,90 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$, $\lambda = 0,87 \frac{Bт}{м \cdot K}$ для материала КПТД-2/1;

4. Принимаем напряжение сжатия прокладки $\sigma = 0,7$ МПа , модуль упругости $E = 157,8 \frac{МПа}{мм}$ и рассчитываем ее остаточную толщину при сжатии по формуле 5: $\delta = 0,196$ мм;

5. Рассчитываем удельное термическое сопротивление $R = R_S + \delta/\lambda$, $R = 3,15 \frac{K \cdot cm^2}{Bт}$;

6. Определяем термическое сопротивление прокладки R_F по формуле 4: $R_F = 0,394 \frac{K}{Bт}$;

7. Рассчитываем перепад температур, используя формулу 1: $\Delta T = R_F \cdot Q$ $\Delta T = 9,85$ °C .

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

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

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

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

Теплопроводящие свойства типовых прокладок из материалов НОМАКОН™ КПТД-2						
Обозначение	Вид	Поверхность теплопередачи, см ²	Толщина прокладки, мм	Термическое сопротивление R_F , К/Вт, при напряжении сжатия 0,69 МПа (100 psi), стандартная / с липким слоем		
				Марка материала		
				КПТД-2/1	КПТД-2/2	КПТД-2/3

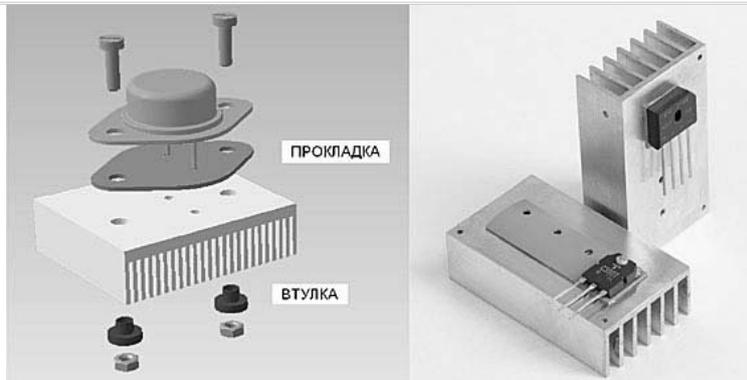
УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

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 НОМАКОН™ M2,5 и M3 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 НОМАКОН™ КПТД-3 и затем установить и прикатать прокладку.

8. Запрещается хранение, манипулирование и эксплуатация материалов КПТД-2 (КПТД-2М) при температурах ниже минус 60°C и выше плюс 250°C.

ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

1. Изготовитель гарантирует соответствие листовых материалов НОМАКОН™ КПТД-2 и НОМАКОН™ КПТД-2М требованиям технических условий при соблюдении условий транспортирования, хранения и применения.

2. Срок хранения материалов КПТД-2 (КПТД-2М) без липкого слоя в упаковке предприятия-изготовителя составляет 24 месяца.

3. Срок хранения материалов КПТД-2 (КПТД-2М) с липким слоем в упаковке предприятия-изготовителя составляет 6 месяцев.

4. Потеря липкости материалов КПТД-2 (КПТД-2М) после истечения срока хранения у потребителя не является выбраковочным фактором.

5. После истечения срока хранения материалы КПТД-2 и КПТД-2М испытывают перед каждым применением на соответствие требованиям технических условий. При условии соответствия материалы могут быть использованы по прямому назначению.

6. Рекламации и претензии по качеству принимаются при возврате продукции в упаковке предприятия-изготовителя с предоставлением копий сопроводительных документов на полученную продукцию от предприятия-изготовителя (накладная, удостоверение о качестве).