

Двусторонняя подложка 8810 для монтажа теплоотводящих или терморегистрирующих устройств

Монтаж теплоотводящих или терморегистрирующих устройств — модулей охлаждения, термоиндикаторов, теплоотводящих деталей из фольги, радиаторов силовых приборов и микроконтроллеров, усилителей шлейфовых проводов и других приборов — производится в том числе с применением теплопроводных материалов. Для этих целей предназначены пасты и прокладки, а также активно развивающиеся в настоящее время новые материалы.

Светлана Пескова

Применение определенного теплопередающего материала (подложки, ленты, пасты и т.д.) обусловлено множеством факторов: мягкостью, заполняемостью рельефа, толщиной, адгезивными свойствами, смачиваемостью, эффективным термосопротивлением. Важно, что выбор должен основываться на балансе трех основных параметров:

1. Толщина. В большинстве случаев, чем тоньше материал, тем лучше. Однако слишком тонкие теплопроводящие материалы имеют худшую смачиваемость, поскольку не могут должным образом заполнить все неровности поверхности.
2. Смачиваемость контактной поверхности. Чем мягче материал, тем выше смачиваемость.
3. Теплопроводность. В общем случае, чем выше она, тем лучше. При этом следует учитывать, что с повышением теплопроводности увеличивается жесткость подложки, поскольку увеличивается количество наполнителя в ней, а это может негативно сказаться на смачиваемости поверхности. Общая формула выглядит так:

$$Q = (k/t)AdT,$$

где Q — теплоотдача в Вт;

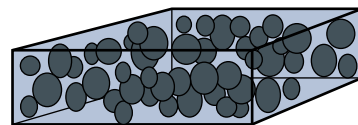


Рис. 2. Керамический наполнитель

Таблица. Основные преимущества и недостатки теплопроводящих материалов

Материал	Теплопроводность (по отношению к воздуху)*	Преимущества	Недостатки	Серии 3М
Паста	20-185X	Тонкие, недорогие Низкий импеданс Хорошая смачиваемость	Тяжелые Не имеют адгезии, поэтому требуется механическое усилие монтажа	TCG-2035/ TCG-2031
Жидкости	20-125X	Низкий импеданс Высокая прочность соединения Хорошая смачиваемость	Тяжелые Небольшой срок хранения Требуют время отверждения и крепежной оснастки	—
Фазовые изменения	20-125X	Хорошая смачиваемость Легче, чем пасты Низкий импеданс	Нет адгезии Требуют механического монтажа Требуют нагрева	—
Ленты	20-40X	Хорошая смачиваемость Не требуют крепежа Простота использования	Типичное применение до 10–15 Вт	8810 8904
Подложки	35-200X	Повышенная толщина Мягкие Хорошее заполнение неровностей	Малая адгезия Требуют дополнительного крепежа Низкая стоимость	5590H 5570 5574 5589
Жидкий металл	500-1000X	Малая толщина Высокая теплопроводность Хорошее заполнение неровностей	Сложность нанесения Низкая вязкость в расплавленном состоянии Низкая стоимость Коэффициент теплового расширения	—
Теплопроводные ленты	10-1000X	Теплопроводность графита Мягкие Вырезка в любую форму Ремонтопригодные	80–90% от эффективности графитовой ленты	9876

Примечание. *Теплопроводность воздуха 0,02 Вт/м·К

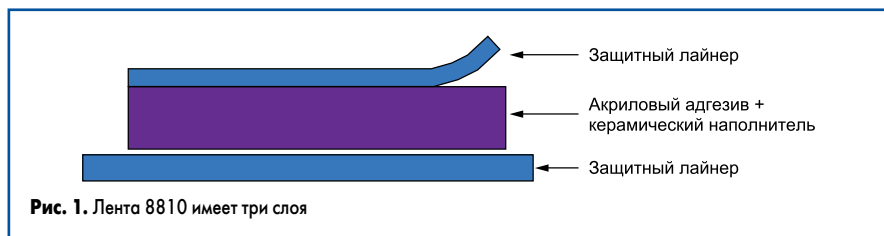


Рис. 1. Лента 8810 имеет три слоя



Рис. 2. Керамический наполнитель



Рис. 3. Тест на смачиваемость подложек серии 88xx и подложки конкурента

k — теплопроводность Вт/м·К;
 A — площадь (100% смачиваемость) × % смачиваемости;
 t — толщина;
 dT — температура нагретой стороны – температура холодной стороны.

Таким образом, разработчик РЭА должен найти оптимальный баланс между этими параметрами в зависимости от особенностей применения и определить, какое из множества представленных на рынке вариантов наиболее эффективно решит задачу теплоотвода. В таблице приведено сравнение основных преимуществ и недостатков представленных на рынке теплопроводящих материалов.

Теплопроводные материалы производства 3М представлены на российском рынке рядом решений (таблица): двусторонняя подложка 8810, клейкая лента для светодиодов 8940 и подложка «терможвачка» 5590. В статье более подробно рассмотрим особенности теплопроводящей ленты 8810 с акриловым адгезивом, характеризующейся малой толщиной (всего 250 мкм), отличными теплопроводными и электроизоляционными свойствами, высокой адгезией к радиатору.

Лента 8810 имеет три слоя: слой акрилового адгезива с керамическим наполнителем и два слоя лавсанового лайнера (рис. 1). Акриловый состав отвечает за адгезивные свойства материалы, то есть за качество его крепления, а керамический наполнитель (рис. 2) обеспечивает теплоперенос.

Эффективность теплоотвода прежде всего зависит от качества контакта с поверхностью, а она, в свою очередь, характеризуется таким свойством, как смачиваемость. Это способность адгезива растекаться по всей поверхности субстрата, чтобы между адгезивом и поверхностью не возникли воздушные пустоты.

Подложки серии 8810 имеют повышенную толщину, за счет чего более плотно прилегают к поверхности радиатора и заполняют неровности его микрорельефа. На рис. 3 приведены результаты теста на смачиваемость подложек серии 88xx и подложки конкурента. После приложения усилия в 50 psi в течение 10 с подложка 8810 демонстрирует смачиваемость в 87,2% по сравнению с 16,1% конкурента.

Рассмотрим работу подложек 8810 в критических условиях температурной перегрузки. Как известно, пасты не восстанавливают свою теплопроводность после перегрузок, они просто засыхают.

Подложки 8810 могут кратковременно работать при температурах +125...+150 °С (часы и дни), стандартная рабочая температура для них составляет +90...+100 °С.

На рис. 4 показан график испытаний на ударную прочность, изменение термосопротивления при резких скачках температуры в диапазоне -55...+125 °С с цикличностью 3 ч. По результатам после 10 000 ч испытаний термосопротивление подложки 8810 не изменилось.

Адгезив ленты 8810 имеет достаточную начальную адгезию, она может составлять 20–50% от конечной прочности. Максимум адгезии достигается через 24 ч.

На рис. 5 показана зависимость процента смачиваемости (площадь рабочего контакта) от температуры кристалла для трех компонентов разной мощности, 2, 10 и 20 Вт. Здесь видно, что даже при 30–40%-ном контакте с подложкой уже достигается максимальный теплоотвод для маломощных приборов, устройства с высокой теплоотдачей, до 20 Вт, требуют обеспечения максимального контакта с поверхностью.

На рис. 6 изображена прочность на отрыв и усилие сдирания для обычной теплопроводящей ленты, ленты 3М и ленты серии VHB также от 3М. Столбики разных цветов указывают на температурные режимы.

Подложка 8810 удобна и эффективна при монтаже и имеет два защитных лайнера. Удалив первый, можно приклеить ее к первой поверхности, удалив второй — прикрепить сборку ко второй поверхности. Такой монтаж не требует крепежных элементов (например, винтов для транзисторов) и увеличивает скорость сборочных операций. Немаловажно и то, что подложки можно удалить (они ремонтпригодны), при этом поверхность радиатора останется чистой. Подложки можно монтировать не только к радиаторам, но и напрямую к печатным платам и корпусам.

Ну а теперь подведем итоги и назовем преимущества подложек 8810:

- высокая адгезия, отличные изоляционные свойства;
- не имеет цикла отвержения, максимальные характеристики через 24 ч;
- мягкая подложка хорошо заполняет неровности рельефа, что идеально для материалов с низкой поверхностной энергией;
- отличная смачиваемость поверхности без «воздушных мостов»;

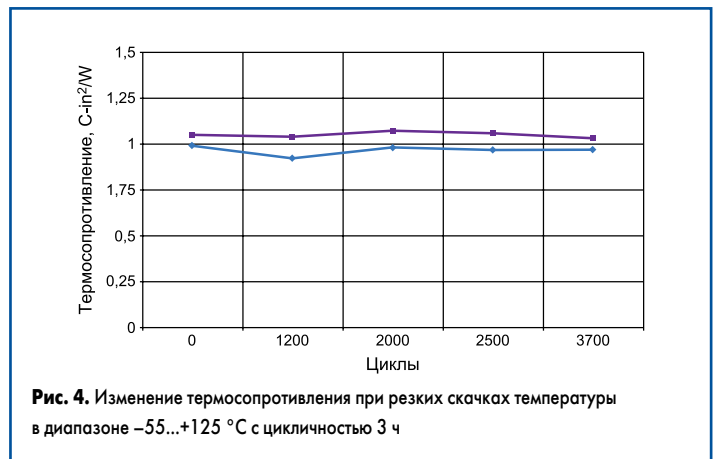


Рис. 4. Изменение термосопротивления при резких скачках температуры в диапазоне -55...+125 °С с цикличностью 3 ч

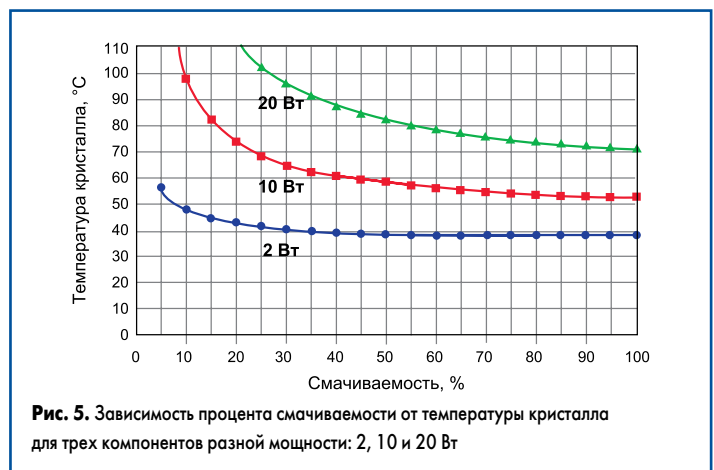


Рис. 5. Зависимость процента смачиваемости от температуры кристалла для трех компонентов разной мощности: 2, 10 и 20 Вт

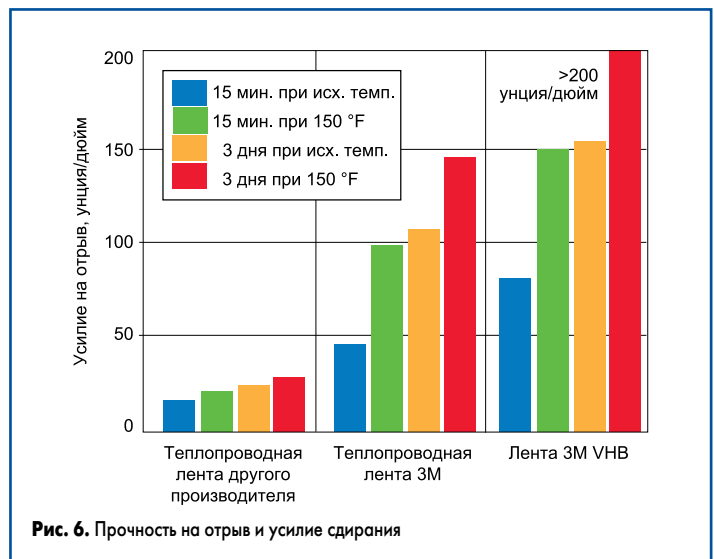


Рис. 6. Прочность на отрыв и усилие сдирания

- отличная стойкость на сдвиг;
 - не высыхает и не теряет свойств после пикового нагрева;
 - быстрый монтаж, простота сборочных операций, не требует крепежа;
 - выпускается в листах для вырубки различных форм.
- Характеристики:
- теплопроводность: 0,6 Вт/м·К;
 - диэлектрическая проницаемость: 3,2 (100 МГц), 3 (1 ГГц);
 - диэлектрическая прочность >26 кВ/мм;
 - адгезив: акриловый с керамическим наполнителем;
 - толщина: 250 мкм; защитный лайнер: 50 мкм;
 - цвет: белый;
 - срок хранения: 24 мес.;
 - прочность на сдвиг (статический): 1000 г (удерживается 10 000 мин) при температуре +22...+70 °С;
 - прочность на сдвиг (динамический): 1008 г при температуре +22 °С; 216 г при температуре +70 °С.