

# Типовые применения тепловой перемычки ТПИ

И. Малышев, к. т. н.<sup>1</sup>, Ю. Еремеев<sup>2</sup>

УДК 621.396 | ВАК 05.27.01

АО «НПО «ЭРКОН» – известный российский разработчик и производитель пассивных электронных компонентов. Представлена новая разработка компании – тепловая перемычка ТПИ, которая позволяет решить проблему распределения тепла на печатной плате. Несмотря на простое конструктивное решение, эффективно снижает тепловую нагрузку компонентов. Рассмотрены основные характеристики перемычек и типовые примеры их применения в аппаратуре.

**П**ри проектировании современной радиоэлектронной аппаратуры необходимо проведение многофакторного анализа с учетом различных воздействий. Одной из решаемых задач является расчет теплового режима электронных компонентов на печатной плате (ПП) в условиях плотного поверхностного монтажа.

Теплораспределение по площади ПП неравномерно и зависит от размещения тепловыделяющих компонентов, к которым можно отнести резисторы, мощные диоды, транзисторы, интегральные схемы и т. п. В местах ПП с повышенной плотностью компоновки тепловыделяющих компонентов возникают зоны локального перегрева, приводящие к различным негативным последствиям – от термомеханических напряжений печатного узла до снижения надежности и срока наработки отдельных комплектующих. Задача проектирования – максимально выровнять температуру того или иного узла, блока аппаратуры.

Плотная компоновка при поверхностном монтаже и малые размеры SMD-компонентов конструктивно затрудняют охлаждение типовыми способами, например принудительной конвекцией. Как правило, таким способом дополнительно охлаждают мощные активные компоненты, установленные на радиаторах, или на теплоприемниках, предназначенных для дальнейшей передачи тепла тепловыми трубками [1] в зону обдува вентилятором. Локальные перегревы при этом неизбежны и требуют конструктивного устранения при проектировании.

<sup>1</sup> АО «НПО «ЭРКОН», директор по развитию.  
<sup>2</sup> АО «НПО «ЭРКОН», руководитель группы разработок.

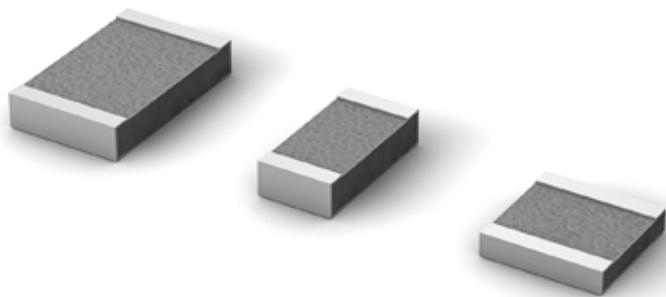


Рис. 1. Внешний вид тепловой перемычки ТПИ

Задачу выравнивания температуры ПП решают с этапа проектирования соответствующей компоновкой компонентов с учетом их тепловыделения. В качестве рассеивателей и пассивных теплораспределителей мощности можно использовать проводники ПП или соседние ненагруженные «некритичные» массивные компоненты (например, резисторы или контрольные разъемы). Мощность рассеяния проводников ПП ограничена свободной площадью. Кроме того, компонент и проводник платы, на который распределяется мощность, гальванически связаны, что не всегда удобно.

Разработанный АО «НПО «ЭРКОН» новый компонент – тепловая перемычка ТПИ (рис. 1) – обеспечивает решение

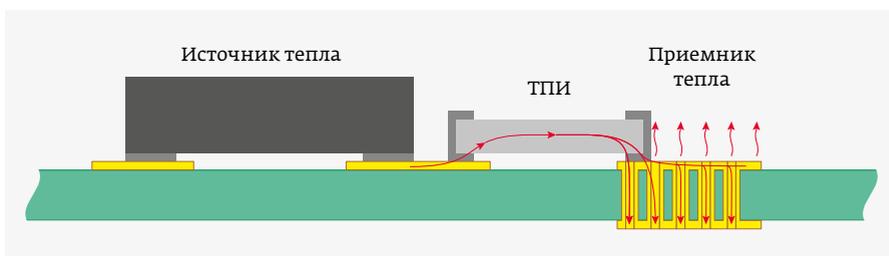
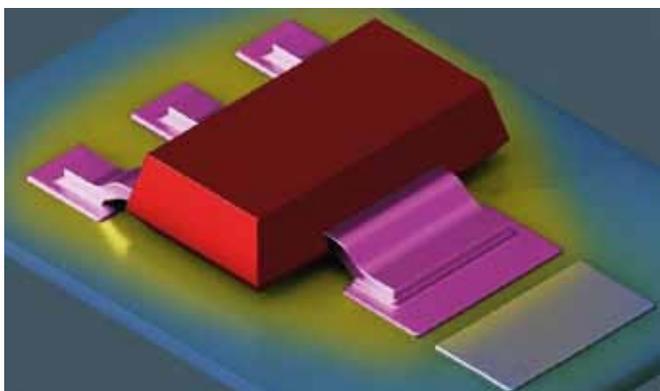


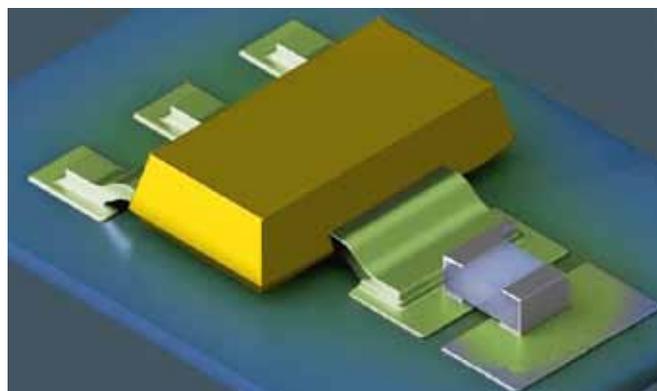
Рис. 2. Принцип работы тепловой перемычки



**Рис. 3.** Тепловыделяющий компонент без использования тепловой перемычки

поставленной задачи. Реализуемая функция – теплоперенос от тепловыделяющего компонента (источника) к приемнику при обеспечении электрической изоляции источника и приемника тепла (рис. 2). Приемники тепла могут быть реализованы описанными выше способами распределения мощности. Улучшить теплоотвод от приемника можно, применяя специальные площадки с металлизированными отверстиями, заполненные припоем [2].

Пример, когда тепловыделяющий компонент размещен на ПП без дополнительного теплоотвода



**Рис. 4.** Тепловыделяющий компонент с использованием тепловой перемычки

и наблюдается его перегрев, показан на рис. 3. При монтаже с тепловой перемычкой (рис. 4) происходит теплоперенос от зоны перегрева и улучшение температурного режима компонента.

Пример одного из технических решений, позволяющих увеличить плотность компоновки, представлен на рис. 5 – тепловыделяющие компоненты через изолированные тепловые перемычки смонтированы на общую шину, являющуюся одновременно теплоотводом. Дополнительными требованиями при этом будут являться, как отмечено



**Акционерное общество**  
**ЭРКОН**  
Научно-производственное объединение

**ПРОИЗВОДСТВО, РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА ПОСТОЯННЫХ РЕЗИСТОРОВ, АТТЕНУАТОРОВ И ЧИП-ИНДУКТИВНОСТЕЙ**

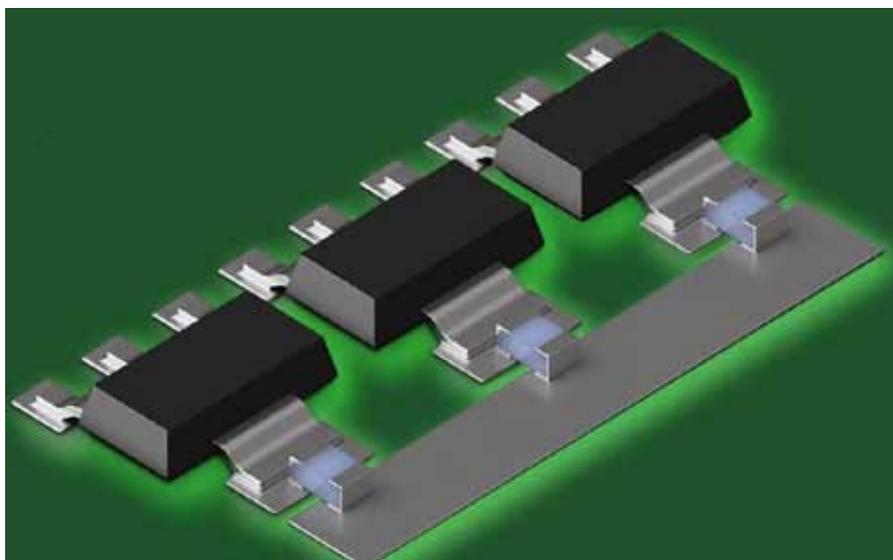
- Современная производственная база
- Высокое качество
- Индивидуальный подход к потребителю

**НОВИНКИ**

Аттенуатор (поглотитель) ПР1-25 (150 Вт, 500 Вт от 3–40 дБ)  
 Резистор сверхвысокочастотный Р1-160 (до 40 ГГц)  
 Мощный резистор Р1-170 (до 1000 Вт)

603104, г. Нижний Новгород, ул. Нартова, д. 6  
 тел.: (831) 202-24-34 (многоканальный),  
 (831) 202-25-52 (отдел продаж)  
 e-mail: info@erkon-nn.com  
 www.erkon-nn.ru





**Рис. 5.** Использование тепловых перемычек для организации единого теплоотвода с обеспечением высокого сопротивления изоляции и электрической прочности

выше, высокие значения электрической прочности и сопротивления изоляции.

Электрическая прочность – важный параметр безопасности оборудования, находящегося в непосредственном взаимодействии с человеком в медицинской, автомобильной и другой технике. Повышенная плотность компоновки на ПП повышает риск утечек тока, особенно при повышенных температурах (в зонах перегрева). К некоторым видам промышленной и медицинской техники предъявляют требования искро- и дугообразования при работе с кислородом, горючими газами, иными легковоспламеняющимися

средами. Поэтому, с целью контроля соответствия оборудования требованиям безопасности, проводят испытания повышенным напряжением [3, 4] – так называемый тест HIPOT. При этом все комплектующие компоненты также должны выдерживать испытание. В случае, приведенном на рис. 5, обеспечение успешного проведения испытаний и дальнейшей безопасности при эксплуатации гарантируют характеристики изоляции тепловой перемычки ТПИ ( $R_{из} \geq 999 \text{ МОм}$ ,  $U_{пр} \geq 1,5 \text{ кВ}$ ).

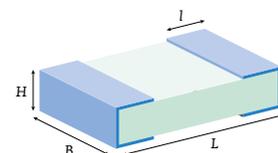
Высокие показатели электрических и тепловых характеристик перемычки обусловлены применением современных керамических материалов с оптимальным сочетанием физических характеристик – теплопроводности  $\lambda_T = 170\text{--}200 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ , удельного объемного сопротивления  $\rho_v = 10^{14} \text{ Ом}\cdot\text{см}$  и электрической

прочности более 15 кВ/мм.

Возможности тепловой перемычки ТПИ не ограничены задачей теплораспределения при выравнивании температуры ПП. Иногда необходимо обеспечить функционирование отдельных компонентов в совместном температурном режиме при одновременной электрической изоляции (например, комплементарные пары транзисторов). Также ТПИ можно применить для изолированного термостатирования или гальванической развязки термодатчика от объекта контроля. Возможны иные применения с учетом описанных особенностей и технических характеристик.

**Таблица 1.** Массогабаритные параметры тепловых перемычек

Типоразмер в дюймах	Тепловое сопротивление, °C/Вт	Размеры, мм				Масса, не более, г
		L	B	H	l	
0505	24	1,25±0,1	1,25±0,1	0,25 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,05</sub>	0,2	0,006
0505-1	10			0,64 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,05</sub>		
0603	31	1,6±0,2	0,8±0,15	0,38 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,05</sub>	0,2	0,004
0603-1	19			0,64 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,05</sub>		
0805	25	2,0±0,2	1,25±0,2	0,38 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,05</sub>	0,2	0,008
0805-1	10			1,00 <sup>+0,10</sup> <sub>-0,05</sub>		



Тепловое сопротивление ( $R_t$ , °C/Вт) перемычки нормировано и является основным функциональным параметром, определяемое с точностью, необходимой для практического применения, геометрическими размерами [5]:

$$R_t = \frac{L}{\lambda_T H B},$$

где  $L$ ,  $H$ ,  $B$  – длина, высота и ширина тепловой перемычки;  $\lambda_T = 170$  Вт/(м·К) – теплопроводность керамического основания  $\lambda_T$ .

Ниже приведены характеристики тепловых перемычек ТПИ.

Материал основания .....	AlN
Сопротивление изоляции, не менее .....	999 МОм
Электрическая прочность, не менее .....	1,5 кВ
Емкость, не более .....	0,2 пФ
Финишное покрытие контактных площадок .....	SnPb

\* \* \*

Тепловая перемычка ТПИ – новый компонент, позволяющий разработчикам:

- обеспечить теплоперенос от перегретых компонентов и выровнять общее тепловое поле;
- обеспечить электрическую изоляцию перегретого компонента и теплоотвода (в том числе высоковольтных компонентов);

- увеличить плотность монтажа за счет электрической изоляции при использовании единого теплоотвода.

ТПИ используют в блоках питания, усилителях, импульсных источниках питания, синтезаторах и различных фильтрах.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Дульнев Г. Н.** Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. Учебник для вузов по спец. «Конструирование и производство радиоаппаратуры». М.: Высш. шк., 1984. 247 с. с ил., с. 146–150.
2. **Еремеев Ю., Малышев И., Симаков С.** Мощные СВЧ-резисторы: оценка предельных частотно-мощностных характеристик // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2010. № 5. С. 90–94.
3. ГОСТ Р МЭК 62353. Изделия медицинские электрические. Периодические испытания и испытания после ремонта изделий медицинских электрических.
4. ГОСТ ИЕС 60950-1. Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования.
5. **Уонг Х.** Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров / Пер. с англ. Справочник. М.: Атомиздат, 1979. 216 с. с ил.

# Тестирование электроники в эпоху миниатюризации







Хотите узнать больше о наших технологиях и продукции? Свяжитесь с нами по электронной почте [russia@jtag.com](mailto:russia@jtag.com) или посетите наш сайт [www.jtag.com](http://www.jtag.com).



Более 25 лет в самом сердце электроники



Клиенты в более чем 50 странах



По всему миру продано более 10 000 систем



Более 2500 клиентов



Поддержка по всему миру

Как разрабатывать, производить и тестировать высококачественные электронные изделия с меньшими затратами и в короткие сроки?



Запросите нашу презентацию

