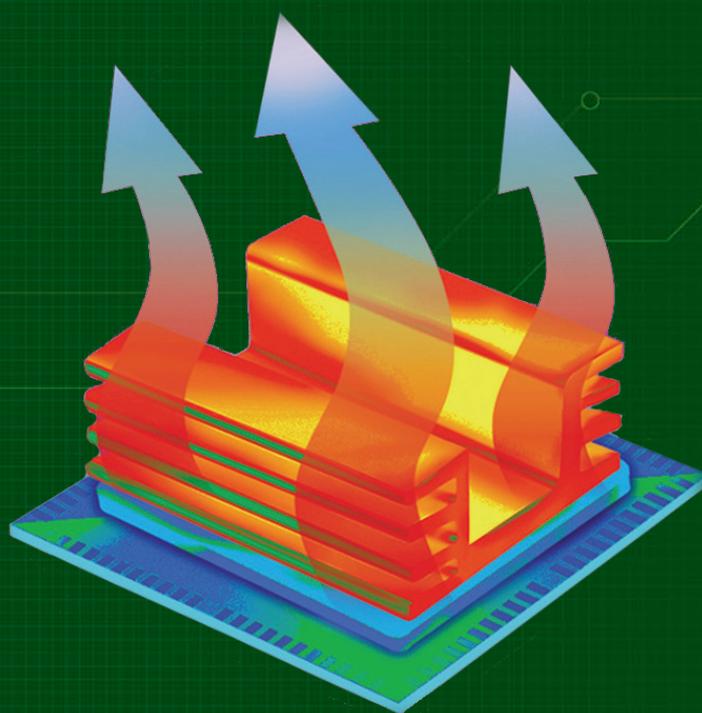




## Инженерное пособие

Специальные технологические материалы для производства мощных электронных устройств

Обеспечение теплового режима работы полупроводниковых приборов и печатных узлов





## ПРИМЕНЕНИЕ:

- Источники питания
- Преобразователи тока и напряжения
- Усилители и регуляторы мощности
- Вычислительная техника
- Высокопроизводительные устройства
- Светотехника
- Промышленная электроника
- Военная техника
- Автоэлектроника





## **УВАЖАЕМЫЕ КОНСТРУКТОРЫ, РАЗРАБОТЧИКИ, ТЕХНОЛОГИ**

ЗАО Предприятие Остек предлагает Вашему вниманию цикл инженерных и технологических пособий в новом формате. В пособиях мы рассмотрим современные технологические решения, материалы и процессы для производства электронной техники.

Целью инженерных пособий является ознакомление специалистов отечественных предприятий с современными технологиями и материалами для сборки электроники, а также помощь в подборе материала для конкретной задачи. В этой группе пособий мы рассмотрим следующие вопросы:

- Спектр материалов для решения конструкторских и технологических задач;
- Основные характеристики материалов предлагаемых для решения задачи;
- Рекомендации по выбору материалов.

Сегодня мы предлагаем следующие инженерные пособия:

- Специальные технологические материалы для производства мощных электронных устройств
- Специальные технологические материалы для электронных устройств, работающих в жестких климатических условиях;
- Специальные паяльные материалы;
- Технологические материалы для сборки и герметизации полупроводниковых приборов.

Мы будем рады, если наша работа и наши знания будут полезны Вам в решении производственных и конструкторских задач. Если Вас заинтересовали темы приведенных пособий, пожалуйста, обращайтесь к специалистам отдела технологических материалов ЗАО Предприятие Остек. Наши издания предоставляются бесплатно.

**НАШИ ЗНАНИЯ И ОПЫТ, А ТАКЖЕ ВОЗМОЖНОСТИ  
НАШИХ ПАРТНЕРОВ К ВАШИМ УСЛУГАМ!**



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	5
2. Спектр предлагаемых решений для обеспечения теплового режима работы полупроводниковых приборов и печатных узлов	6
3. Базовые знания по выбору решения	7
4. <b>Силиконовые материалы Dow Corning®</b>	
4.1. Теплопроводящие пасты Dow Corning®	8
4.2. Теплопроводящие клеи-герметики Dow Corning®	9
4.3. Теплопроводящие гели и заливочные компаунды Dow Corning®	10
4.4. Теплопроводящие подложки Dow Corning®	11
5. <b>Специальные теплопроводящие решения от Indium</b>	
5.1. Жидкие металлы	12
5.2. Специальные паяемые металлы	12
5.3. Преформы	13
5.4. Сжимаемые металлы Heat-Spring®	14



## ВВЕДЕНИЕ

Развитие энергетики и транспорта, задачи повышения эффективности использования электроэнергии и другие современные тенденции России обуславливают развитие управляющей и вычислительной электроники. В большинстве случаев такие электронные устройства совмещают в себе мощное вычислительное ядро и мощные каналы управления исполнительными устройствами. Производительность и функциональность такой электроники сегодня постоянно растет вместе со сложностью и количеством решаемых задач.

Современная мощная электроника работает в бытовой технике и устройствах промышленного назначения, в стандартных и жестких климатических условиях, она разнообразна и многозадачна. И все-таки мы постарались выделить схожие тенденции и типовые задачи, стоящие перед производителями мощных электронных устройств наряду с обеспечением их качества и надежности:

- **Высокие мощности компонентов.** Увеличение функциональности и производительности электронных устройств в ряде случаев влечет за собой и рост рассеиваемой мощности с единицы площади печатного узла. Это требует обеспечения эффективного отвода тепла с поверхности плат на корпус или радиатор и обуславливает применение теплопроводящих материалов с более высокой теплопроводностью, чем традиционные решения.
- **Высокие рабочие напряжения.** Современная электроника все чаще управляет мощными исполнительными механизмами и в ряде случаев должна работать с высоким напряжением и токами большой силы. Работа устройства с высоким напряжением требует минимизации вероятности пробоя между проводниками и нуждается в теплопроводящих материалах с высокими диэлектрическими характеристиками.
- **Жесткие условия эксплуатации.** Развитие применений мощной электроники обуславливает работу устройств на открытом воздухе, в условиях повышенной влажности, наличии агрессивных сред, механических нагрузок или в других жестких условиях. Для обеспечения высокой надежности таких устройств нужен не только эффективный отвод тепла с поверхности платы, но и защита устройства от негативного воздействия внешней среды. Такие задачи требуют материалов, сочетающих в себе функции теплопередачи и защиты от воздействия внешней среды.
- **Уникальные конструкторские решения.** Многочисленность применяемых электронных компонентов, уникальность стоящих задач, интеграция устройств различного назначения в одном корпусе – все это обуславливает поиск уникальных конструкторских решений. Для реализации таких решений требуются специальные материалы, которые обеспечат высокий уровень эксплуатационных характеристик и предоставят свободу разработчикам при решении задач обеспечения теплового режима электронных устройств.

Учитывая перечисленные выше тенденции, в настоящем пособии мы предлагаем современные технологические материалы и решения для обеспечения теплового режима работы мощных электронных устройств. Мы надеемся, что наши возможности позволят специалистам отечественных предприятий находить эффективные решения большинства конструкторских и производственных задач, а также будут способствовать развитию электроники в России.





**DOW CORNING**



## СПЕКТР ПРЕДЛАГАЕМЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ

### Силиконовые материалы Dow Corning®

Компания Dow Corning® – признанный мировой лидер в области инновационных технологий на основе кремнийорганических материалов. Отдел электроники компании Dow Corning® работает над созданием материалов отвечающих всем современным требованиям электронной промышленности и одним из приоритетных направлений являются теплопроводящие материалы. Общая номенклатура материалов составляет более 7 тысяч наименований для решения самых различных технологических задач. Для поддержания теплового режима электронных устройств Dow Corning® предлагает:

- Теплопроводящие пасты
- Теплопроводящие клеи-герметики
- Теплопроводящие гели и заливочные компаунды
- Теплопроводящие подложки

Диапазон рабочих температур от  $-80^{\circ}\text{C}$  до  $+300^{\circ}\text{C}$ , теплопроводность от 0,6 до 7,07 Вт/м<sup>2</sup>К, высокие диэлектрические характеристики, отверждение при комнатной температуре или решения не требующие дополнительной полимеризации. Все вышесказанное характеризует теплопроводящие материалы Dow Corning® и предоставляет прекрасные возможности для решения задач поддержания теплового режима электронных устройств.

Кроме сохранения своих физических и электрических свойств в широком диапазоне эксплуатационных условий, силиконы устойчивы к разложению под действием озона и ультрафиолета. Силиконы смачивают большинство поверхностей, что также способствует эффективной передаче тепла.

### Специальные теплопроводящие решения от Indium

Корпорация Indium – это инновационный путь развития с 1934 года. Фундаментом технологического лидерства являются серьезные научные исследования при разработке технологических материалов и ориентация на высокотехнологичные и эффективные решения. Корпорация Indium специализируется на разработке передовых решений для сборки электроники на основе металлов и их сплавов. Производственные возможности компании INDIUM позволяют изготавливать сплавы с температурой ликвидуса в пределах  $47 - 1063^{\circ}\text{C}$ . Ассортимент доступных сплавов сегодня включает в себя более 200 типов.

Для поддержания теплового режима электроники компания Indium предлагает:

- Жидкие металлы
- Специальные паяемые металлы
- Сжимаемые металлы Heat-Spring®
- Преформы

Теплопроводность до 86 Вт/м<sup>2</sup>К, высокая электропроводность, хорошие эксплуатационные характеристики при повышенных температурах, большое количество металлических сплавов с различными характеристиками.

Вышеперечисленные преимущества позволяют продукции компании Indium свое применение в передовых электронных устройствах, отличающихся экстремальными режимами работы и требующих уникальных характеристик применяемых материалов.



## БАЗОВЫЕ ЗНАНИЯ ПО ВЫБОРУ РЕШЕНИЯ

### • Теплопроводящие пасты Dow Corning®

Если Ваше устройство разработано с учетом дополнительной механической фиксации (прижима) радиатора к поверхности мощного электронного компонента, то теплопроводящие пасты могут быть хорошим и самым простым решением для передачи тепла от компонента к радиатору.

### • Теплопроводящие клеи-герметики Dow Corning®

Если требуется совместить эффективную передачу тепла и надежное соединение передающей и рассеивающей поверхностей, то для решения такой задачи стоит обратить внимание на теплопроводящие клеи и герметики. Некорродирующие теплопроводные силиконовые клеи и герметики Dow Corning® идеально подходят для крепления радиаторов и других деталей к поверхности электронных компонентов. Для этих целей материалы обладают хорошей эластичностью и теплопроводностью. Возможно также использование силиконов данного семейства в качестве теплопроводного герметизирующего материала для трансформаторов, источников питания, обмоток, реле и других электрических устройств, которые нуждаются в повышенном рассеивании тепла.

### • Теплопроводящие гели и заливочные компаунды Dow Corning®

Если перед Вами стоит задача обеспечить хороший теплоотвод с поверхности печатного узла и одновременно защитить устройство от повышенной влажности, воздействия ударов и вибраций, ограничить доступ к печатному узлу, то в первую очередь можно обратить внимание на теплопроводящие гели и заливочные компаунды Dow Corning.

### • Теплопроводящие подложки Dow Corning®

Если Ваша задача подразумевает отвод тепла с ограниченной площади печатного узла, теплопередачу на радиатор или корпус через воздушный зазор, отсутствие процессов отверждения теплопроводящего материала, ремонтпригодность и высокую эффективность теплопередачи, то теплопроводящие подложки Dow Corning® – это материал, который стоит рассматривать в первую очередь.

### • Жидкие металлы от Indium

Уникальное решение для теплопередачи от мощных электронных компонентов на рассеивающую тепло поверхность. Если требуется совместить высокую тепло и электропроводность, а конструкция электронного устройства позволяет использовать жидкие материалы для теплопередачи, то жидкие металлы Indium могут быть уникальным по своим характеристикам решением.

### • Специальные паяемые металлы и преформы от Indium

Если перед Вами стоит задача обеспечить высокую тепло и электропроводность между поверхностями, одновременно обеспечить возможность эксплуатации устройства при высоких температурах, обеспечить надежное соединение поверхностей и герметичность шва, то может быть востребовано решение на основе специальных металлов для пайки. Такие решения обычно производятся в виде преформ различных геометрических форм и типоразмеров.

### • Сжимаемые металлы Heat-Spring® от Indium

Теплопроводящие материалы из сплавов на основе пластичных металлов, изготовленные с применением индия, обеспечивают постоянное значение теплового сопротивления даже при малом приложенном давлении. Пластичность индия минимизирует поверхностное сопротивление и увеличивает тепловой поток. Сжимаемые металлы Heat-Spring® хорошо переносят высокие температуры эксплуатации и термоциклирование.





## ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ПАСТЫ

Теплопроводящие пасты – хорошо зарекомендовавший себя класс материалов, нашедший применение в большом количестве задач по эффективной передаче тепла от микросхем к радиатору. Используя силиконовую теплопроводящую пасту, вы можете решать многие задачи теплоотвода от электронных компонентов. Материал поставляется готовым к применению и не требует полимеризации.

### Преимущества теплопроводящих паст Dow Corning®:

- Высокая теплопроводность
- Диапазон рабочих температур от – 45°C до 200°C
- Прекрасные диэлектрические свойства
- Простота использования
- Хорошая ремонтопригодность

### Популярные\* теплопроводящие пасты Dow Corning®

Продукт Dow Corning®	Отличительные особенности	Теплопроводность Вт/(м*К)	Тепловое сопротивление °С*см²/Вт
Dow Corning® 340	Хорошая теплопроводность для применения в большинстве устройств невысокой мощности	0,68	0,162
Dow Corning® SC102	Более высокая теплопроводность в сравнении с пастой Dow Corning® 340. Хорошо наносится очень тонким равномерным слоем, что снижает тепловое сопротивление проводящего слоя	0,8	0,62
Dow Corning® TC-5121	Средняя теплопроводность и отсутствие эффекта растекания	2,5	0,1
Dow Corning® TC-5600	Высокая теплопроводность	7,07	0,04

\* - линейка теплопроводящих паст Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице.





## ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ КЛЕИ-ГЕРМЕТИКИ

Однокомпонентные и двухкомпонентные теплопроводящие клеи-герметики Dow Corning®, отверждающиеся при нагревании или комнатной температуре, образуют долговечные, устойчивые к нагрузкам эластомеры. Отсутствие побочных продуктов при вулканизации позволяет использовать клеи-герметики в глубоких сечениях и полностью замкнутых участках. Материалы обладают хорошей адгезией к различным поверхностям, включая керамику, металлы и пластики с наполнителями.

### Преимущества теплопроводящих клеев-герметиков Dow Corning®:

- Высокая теплопроводность
- Прекрасная адгезия к большинству поверхностей
- Прекрасные диэлектрические свойства
- Диапазон рабочих температур от -65°C до +300°C

### Популярные теплопроводящие клеи-герметики Dow Corning®

Свойства	Продукт Dow Corning®				
	SE9184	SE4451	1-4174 со стеклянными сферами 178 микрон	Q1-9226	3-6752
Число компонентов	1	2	1	2	1
Цвет	Белый	Серый	Серый	Серый	Серый
Вязкость, сП	нетекучий	32000	65225	50000	81000
Теплопроводность при 25°C, Вт/м*К	0,84	3,0	1,77	0,74	1,8
Твердость (по Шору)	72 A	87 A	92 A	66 A	87 A
Величина адгезии, Кгс/см <sup>2</sup>	21	23,9	41	30	37,9
Предел прочности при растяжении, Кгс/см <sup>2</sup>	29,6	29,9	63,3	38	38,3
Относительное удлинение, %	65	19	22	120	15
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	20	14,8	16,7	25	15,7
Отверждение при комнатной температуре, часы	48	нет	нет	нет	нет
Отверждение при температуре, минуты					
при 100° C		90	90	60	40
при 125° C		60	30	40	10
при 150° C		30	20	30	3
Срок хранения при нормальных условиях, месяцы	7	6	6 при температуре ниже 5° C	12	6

\* - линейка теплопроводящих клеев-герметиков Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице.



**DOW CORNING**

## ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ГЕЛИ И ЗАЛИВОЧНЫЕ КОМПАУНДЫ

Силиконовые теплопроводящие заливочные компаунды представляют собой новый высокотехнологичный продукт, моментально получивший широкое распространение по всему миру. Благодаря разработкам компании Dow Corning®, стало возможным сочетать все преимущества силиконовых заливочных компаундов и обеспечивать эффективный теплоотвод. Так решается сразу несколько наиболее актуальных задач современной электроники: защита компонентов, отвод тепла, электрическая изоляция.

Использование силиконовых заливочных компаундов даёт возможность существенно продлить срок эксплуатации и повысить надёжность Ваших электронных изделий. Теплопроводящие гели наряду с эффективным отводом тепла с поверхности печатного узла еще защищают устройство от воздействия ударов и вибраций, не допускают повреждение проволочных соединений и хрупких компонентов.

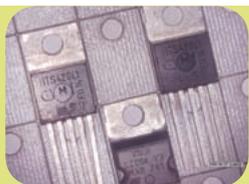
### Преимущества теплопроводящих гелей и заливочных компаундов Dow Corning®:

- Высокая теплопроводность
- Полимеризуются нагревом при любой толщине слоя
- Прекрасные диэлектрические свойства
- Компенсируют разницу КТР
- Гели образуют более мягкую структуру и защищают хрупкие компоненты от внутренних напряжений

### Популярные теплопроводящие гели и заливочные компаунды Dow Corning®

Свойства	Заливочные компаунды				Теплопроводящие гели	
	Sylgard® 160	SE4447	Q3-3600	3-6651	SE4440-LP	SE4446CV
Число компонентов	2	2	2	2	2	2
Цвет	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый	Серый
Вязкость, сП	6025	140000	4700	32000	2800	22000
Теплопроводность при 25°C, Вт/м*К	0,62	2,5	0,77	1,1	0,83	1,32
Твердость (по Шору)	56 A	67 00	87 A	53 00	мягкий	мягкий
Предел прочности при растяжении, Кгс/см <sup>2</sup>	-	1,4	67,3	6	-	-
Относительно удлинение, %	-	20	55	180	-	-
Диэлектрическая прочность, кВ/мм	20,9	10,6	26	13,2	13	6
Отверждение при комнатной температуре, часы	24	4	-	5	-	-
Отверждение при температуре, минуты						
при 100° С	4	5,5	60	3,3	-	-
при 125° С	-	4,9	-	2,1	30	30
при 150° С	2	3,7	30	1,6	-	-
Срок хранения при нормальных условиях, месяц	18	6	12	12	12	6

\* - линейка теплопроводящих гелей и заливочных компаундов Dow Corning® не ограничивается материалами, приведенными в таблице.



**DOW CORNING**

## ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ПОДЛОЖКИ

Теплопроводные подложки – это класс высокоэффективных теплопроводящих материалов, представляющий собой заранее отвержденный силиконовый гель со специальными свойствами.

Теплопроводные подложки Dow Corning® просты в применении, так как применение материала не требует принудительного подогрева или вулканизации. В отличие от других материалов, подложки Dow Corning® не растекаются по поверхности при термоциклировании. Благодаря уникальной структуре, подложки плотно прилегают к поверхности печатного узла и максимально повторяют его форму, что способствует высокой эффективности теплопередачи независимо от степени сжатия. При необходимости ремонта, материал может быть легко удален без использования каких-либо специальных инструментов.

### Преимущества теплопроводящих подложек Dow Corning®

- Высокая теплопроводность
- Диапазон рабочих температур -50 +150°C
- Хорошая сжимаемость
- Высокие адгезионные свойства
- Простота в применении
- Огнестойкость согласно стандарту UL 94

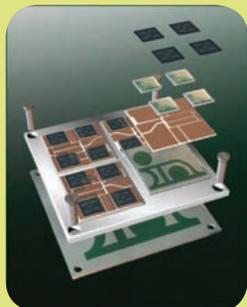
### Линейка теплопроводящих подложек Dow Corning®

Продукт Dow Corning	Отличительные особенности	Теплопроводность Вт/(м*К)	Толщина, мм
Dow Corning® TP-15**	Клейкая поверхность с одной или двух сторон. Демпфируют нагрузки и обеспечивают хорошую электрическую изоляцию. Хорошая теплопроводность.	1,1 – 1,3	0,25 – 2,0
Dow Corning® TP-21**	Хорошо сжимаемые и клейкие с двух сторон подложки. Решение для задач, где требуется плотное заполнение зазоров или перенос тепла через большие воздушные зазоры.	0,7	2,2 – 5,0
Dow Corning® TP-22**	Демпфируют механические нагрузки и отличаются высокой теплопроводностью.	1,64	0,25 – 3,0
Dow Corning® TP-23**	Подложки с высокой степенью сжимаемости и высокой теплопроводностью. Решение для задач, где требуется эффективный перенос тепла через большие воздушные зазоры.	1,4	2,2 – 4,6
Dow Corning® TP-35**	Мягкие теплопроводящие подложки. Демонстрируют высокую степень сжимаемости и высокую теплопроводность.	3,5	0,5 – 5,0

\*\* - возможны различные варианты исполнения

Форма поставки теплопроводящих подложек:

- Рулоны
- Листы
- Вырубка по индивидуальным чертежам.



## ЖИДКИЕ МЕТАЛЛЫ

Жидкие металлы - сплавы Indalloy® с точкой плавления ниже или на уровне комнатной температуры. Системы сплавов, находящиеся в жидком состоянии при комнатной температуре, обладают высокой теплопроводностью, значительно превышающей теплопроводность многих неметаллических материалов. Другие преимущества этих систем жидких сплавов – присущая им высокая плотность и электропроводность. Данные сплавы смачивают большинство металлических и неметаллических поверхностей.

### Сплавы жидких металлов

Номер сплава Indalloy	Тип	Состав	Теплопроводность Вт/(м*К)	Ликвидус °С	Солидус °С
46L	Обычный сплав	61,0Ga/25,0In/13,0Sn/1,0Zn	~15-20	7,6	6,5
51	Эвтектический	62,5Ga/21,5In/16,0Sn	~15-20	10,7	10,7
60	Эвтектический	75,5Ga/24,5In	~20-25	15,7	15,7
77	Обычный сплав	95Ga/5In	~25-28	25,0	15,7
14	Чистый металл	100Ga	~30	29,78	29,78

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИПОИ

В данных припоях широко используется индий благодаря его высокой теплопроводности, пластичности и легкости в применении. Для обеспечения эффективного теплоотвода сплавы для пайки на основе индия могут применяться следующими методами:

- сжатие без оплавления между двумя поверхностями
- оплавление в рамках стандартного процесса пайки
- соединение с помощью холодной сварки давлением

### Характеристики сплава для такого решения:

Сплав Indalloy	#4
Электропроводность (% по IACS*) (1,72 мКОм·см)	24
Теплопроводность (Вт/м·К) (при 85°С)	86
Коэффициент теплового расширения (мкм/мкм на °С) (при 20°С)	29
Предел прочности при растяжении (фунтов/кв. дюйм)	273
% растяжения	от 22 до 41



## ПАЯЕМЫЕ ПРЕФОРМЫ

Преформы - это сплавы металлов, изготавливаемые в виде изделий различной геометрической формы с точным объемом металла в каждом изделии. Преформы отличаются формой, размером, типом сплава и наличием флюса на поверхности.

Преформы могут иметь практически любую плоскую геометрическую форму. Наравне со стандартными видами (диски, квадраты, многоугольники, рамки, кольца) возможно изготовление преформ в виде матриц из единиц любой геометрии и уникальных изделий по специальным чертежам под конкретную задачу.

Размер преформ практически не ограничен и определяется в основном задачей: минимальный размер ширины вырубki составляет 0,254 мм, максимальный размер не ограничен в области задач для производства электронных устройств.

Наравне с размерами и формой преформ, их важной характеристикой является сплав. Именно сплав во многом определяет уникальность таких технологических решений. Сегодня ассортимент доступных сплавов включает в себя более 200 типов из 5 семейств. Наиболее популярные доступные сплавы приведены в таблице.

### Наиболее популярные сплавы производства компании Indium

Номер сплава Indalloy	Сплав	Температура ликвидуса, °C	Температура солидуса, °C
Низкотемпературные сплавы			
1	50In 50Sn	125	118
281	58Bi 42Sn	138	
290	97In 3Ag	143	
4	99,99In	157	
Традиционные сплавы			
Sn62	62Sn 37Pb 2Ag	179	
Sn63	63Sn 37Pb	183	
Высокотемпературные сплавы			
SAC Alloys	SnAgCu	220	217
182	80Au 20Sn	280	
164	92,5Pb 5In 2,5Ag	310	300
175	95Pb 5Ag	364	305
194	98Au 2Si	800	370
200	99,99Au	1064	

Возможность использования сплавов с различными теплопроводными характеристиками и практически любая геометрическая форма преформ позволяют применять это решение для широкого спектра задач по обеспечению теплового режима работы устройства. Преформы Indium позволяют получить высокую гибкость решений в данной области.





## ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ РЕШЕНИЯ СЕРИИ HEAT-SPRING®

Сжимаемые металлы Heat-Spring® - решения для организации теплоотвода на основе сплавов мягких металлов (Soft Metal Alloy Thermal Interface Materials, SMA-TIM).

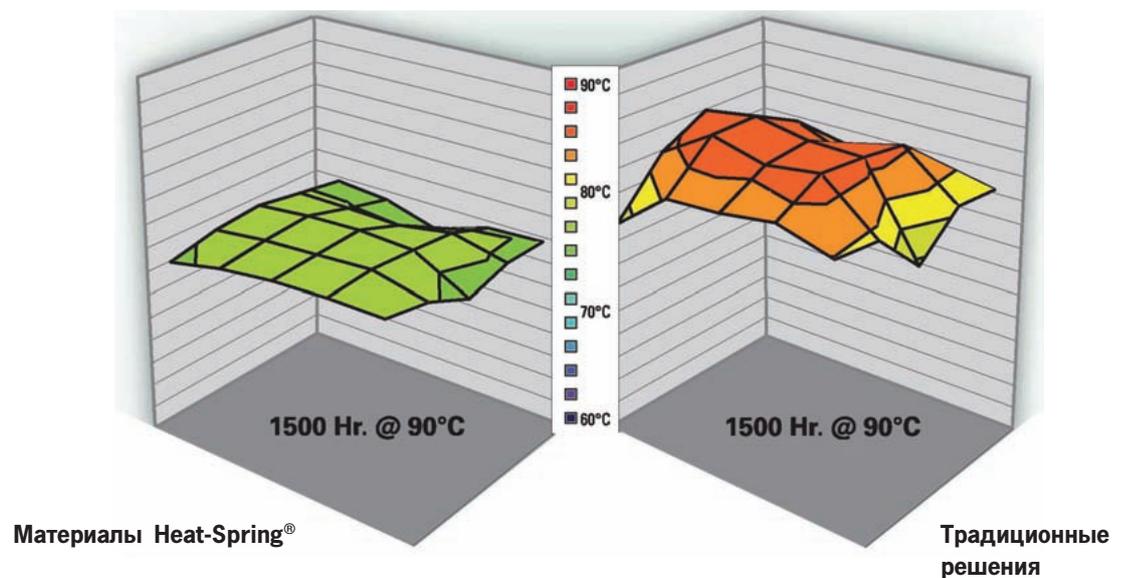
Решения для теплоотвода из сплавов на основе мягких металлов производства компании Indium демонстрируют отличную теплопроводность, сжимаемость и легкость применения. Материалы серии Heat-Spring® - эффективный выбор для высокотехнологичных электронных устройств.

Теплопроводящие материалы из сплавов на основе мягких металлов, например, из индия, обеспечивают постоянное значение теплового сопротивления при малом приложенном давлении. Пластичность индия минимизирует тепловое сопротивление и увеличивает тепловой поток.

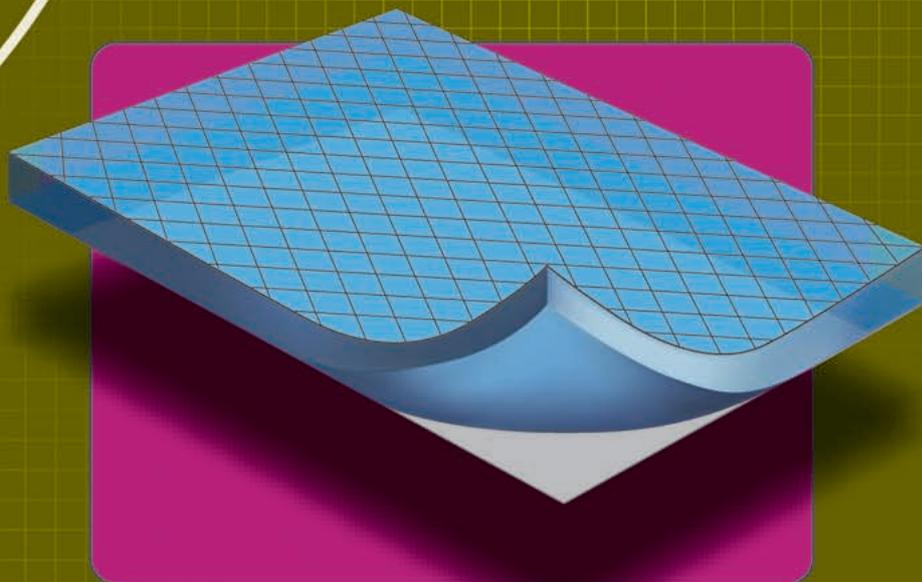
### Характеристика сплавов для серии Heat-Spring®

Прикладываемое давление	> 30 фунтов/кв. дюйм
Сплавы	99,99% In 52In48Sn
Максимальная рабочая температура	140°C
Теплопроводность	86 Вт/м*К

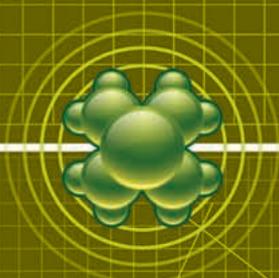
Стойкость к высоким температурам материалов серии Heat-Spring® производства компании Indium в сравнении с традиционными решениями







## Инжиниринг успеха



### Силиконовые теплопроводящие материалы **DOW CORNING®**

Силиконовые теплопроводящие материалы DOW CORNING® – обширный класс материалов с уникальными эксплуатационными свойствами. Область применения таких материалов - это крепление компонентов и устройств к радиаторам; заливка и герметизация печатных узлов и компонентов; влагозащита печатных узлов.



#### ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ КЛЕИ

- Надежное клеевое соединение;
- Высокие теплопроводящие свойства;
- Демпфирование нагрузок благодаря эластичности.



#### ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ЗАЛИВОЧНЫЕ КОМПАУНДЫ И ГЕЛИ

- Защита печатной платы от неблагоприятных условий эксплуатации;
- Обеспечение эффективного отвода тепла;
- Демпфирование нагрузок.



#### ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ПАСТЫ

- Высокие теплопроводные характеристики до 4,0 Вт/м<sup>2</sup>К;
- Минимальное тепловое сопротивление;
- Применение в минимальных зазорах между компонентами и радиаторами.



#### ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ ПОДЛОЖКИ

- Доступны подложки с теплопроводностями от 0,73 Вт/м<sup>2</sup>К до 3,5 Вт/м<sup>2</sup>К, различной толщины и мягкости;
- Просты в применении. Поставляются готовыми к применению в листах, рулонах, вырубке по индивидуальному чертежу заказчика;
- Обеспечивают демпфирование ударных и вибрационных нагрузок.