

# Печатаемый термоинтерфейс Dow Corning TC-4025.

## Новый класс материалов для отвода тепла



Текст: **Андрей Петров**

”

Сегодня российские производители светодиодного освещения взяли курс на оптимизацию затрат и повышение конкурентоспособности своей продукции. Обострилась и без того активная конкурентная борьба за «место под солнцем». В этих условия каждая компания выбирает свой путь — одни идут по пути тотального снижения издержек и использования максимально дешёвых компонентов, другие сосредоточены на оптимизации технологического процесса и внедрении новых подходов, позволяющих сократить расходы. В статье мы расскажем о первом опыте внедрения новой технологии печатаемых теплопроводящих подложек Dow Corning и совместно проведённой работе инженерами ГК Остек, разработчиками ГК «Световые технологии» и представителями Dow Corning. Эксперименты проводились на новой демонстрационной площадке Остека в Технопарке «Орбита». Об опыте внедрения новых технологий и результатах эксперимента мы поговорим с заместителем технического директора ГК «Световые технологии» Антоном Булдыгиным.

## **Антон Владимирович, в первую очередь, хочу поинтересоваться, как Вам понравилась новая демонстрационная площадка Остека, где проводился эксперимент?**

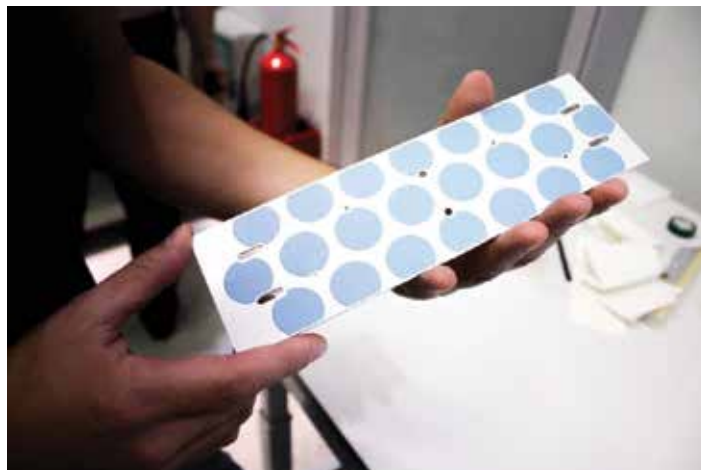
Прямо скажу, был приятно поражён масштабом. Уже много лет мы знаем компанию Остек как одного из крупнейших поставщиков технологий в России и очень рады, что у вас появилась дополнительная площадка для демонстрации возможностей предлагаемого оборудования и внедрения новых технологических процессов. Нам понравилось, что здесь можно провести полноценные работы, на деле ознакомившись с любой технологией. Парк оборудования впечатляет размахом, лично у меня возникает полное ощущение, что я присутствую на современном производстве. Картину дополняет и отличная поддержка технического персонала. Приятно, что в России появилось такое место.

## **В своих светильниках в качестве теплопроводящего материала вы, как и большинство производителей, используете теплопроводящие пасты. С чем связан повышенный интерес к внедрению новых типов материалов в ваших изделиях?**

Да, разумеется, мы используем теплопроводные пасты в ряде изделий. Однако применение паст при крупносерийном производстве не совсем удобно. Дело в том, что паста, ввиду своих физических особенностей, не позволяет сделать процесс её нанесения чистым и быстрым. В нашем случае она наносится на компоненты светильника на этапе сборки и осложняет процесс тем, что требует от оператора особой аккуратности и внимательности, увеличивая сборочное время. Поэтому мы начали поиск альтернативных технологий, чтобы сделать операцию сборки чистой и быстрой и, по-возможности, сократить стоимость этого этапа. То есть уменьшить не только стоимость материала, но и затраты на этап в целом.

## **Что мешает использовать теплопроводящую пасту или клей?**

Знаете, а это не всегда возможно в принципе. Последний пример: мы начали поставки уличных светильников в Европу, где по нормативам требуется обеспечить возможность замены «в поле» светодиодного модуля в неисправном светильнике. Конечно, прибор для этого снимают со столба и замена происходит в сервисной машине, но давайте представим, сколько неудобств



1  
Образец печатной платы с нанесённым теплопроводящим покрытием Dow Corning TC-4025

получит рядовой монтажник при возне с пастой. Скорее всего, ничего хорошего из этого не выйдет. Даже объяснить толком весь процесс неподготовленному человеку — задача не из простых. Поэтому единственно верным тут может быть только plug-n-play решение.

После нескольких попыток отработать технологию теплопроводящих подложек мы пришли к выводу, что это абсолютно не наша история. Толстые подложки не позволяют точно позиционировать светодиодный модуль в конструкции, тонкие постоянно скатываются и при нанесении отнимают очень много времени у сборщика.



2  
Процесс нанесения материала TC-4025

Что касается использования клея, то для профессиональных решений вряд ли это целесообразно, так как ремонтпригодность изделия становится неочевидна. Ведь в этом случае замена источника света будет сопряжена с заменой целого конструктивного узла, что влечёт за собой размытие ответственности в гарантийных случаях и неоправданно дорого с точки зрения стоимости ремонта.

Решением нашей задачи стал новый тип теплопроводящего материала — печатная теплопроводящая подложка Dow Corning TC-4025.

### **Какие конструкторские и технологические преимущества предоставляет новый тип подложки?**

Использование отверждённого термоинтерфейса по сравнению с вышеописанными технологиями выглядит наиболее выигрышно. Печатная плата, на которую нанесён такой материал, не пачкается, и работа с ней не обязывает сборщика или монтажника быть чрезмерно аккуратным и уделять много внимания операции. Всё сводится к простой отвёрточной сборке без отвлечения на шаблоны, ракели и пр.

С эксплуатационной точки зрения это именно то решение, которое требуется для простого обслуживания светильника в случае неисправности. Любой монтажник, не имея специальной квалификации, при помощи отвёртки в состоянии заменить светодиодный модуль в светильнике даже в полевых условиях. При этом трудовые и временные затраты на это будут сведены к минимуму.

В нашем производственном цикле нанесение данного материала планируется производить на участке SMD, сразу после монтажа светодиодного модуля. Для этого участка вывести точность процесса не представляет никакой сложности, а его чистота обеспечивается естественными условиями подобного производства.

Важно отметить и точность нанесения материала. На сборке контролировать толщину слоя практически невозможно, слишком велико влияние человеческого фактора. Поэтому технологические допуски на расход пасты достаточно велики. С новым типом материала ситуация в корне меняется, так как толщина слоя задана шаблоном, и технологические потери небольшие. Точность операции определяется ещё и тем, что она частично автоматизирована, таким образом вероятность ошибки здесь много ниже, чем при ручном нанесении.

### **Что показали результаты испытаний теплового режима опытных образцов?**

После нескольких проведённых испытаний могу сказать, что наши расчётные данные полностью подтвердились. Интересно, что несмотря на консистенцию

Технология «печатаемых подложек» выглядит следующим образом: на первом этапе происходит подготовка и смешивание двух компонентов материала Dow Corning TC-4025. Далее полученная смесь наносится ракелем через металлический трафарет на печатную плату/корпус. Использование трафарета позволяет аккуратно и быстро наносить материал на изделия любой формы. После нанесения термоинтерфейс отверждают нагревом до 100-150 градусов на 10-20 минут. Материал полимеризуется и образует мягкий теплопроводящий слой.

материала (а он не жидкий), тепловое сопротивление контактного пятна совершенно не ухудшается. Температуры р-п перехода светодиодов, которые мы имеем при использовании, пожалуй, самой популярной термопасты на рынке — Dow Corning SC 102, абсолютно совпали с теми, что мы получили при применении TC-4025. Все полученные термограммы свидетельствуют о том, что с точки зрения процесса теплопередачи эти материалы абсолютно идентичны. А вот практичность разительно отличается в пользу TC-4025.

Для операторов цеха SMD операция нанесения оказалась несложной, на сборочном участке на это решение отреагировали ожидаемо положительно — всегда приятно иметь чистое рабочее место.

### **Какой экономический эффект вы ожидаете от внедрения данной технологии? Ведь обычно новые материалы и технологии достаточно дорогостоящие.**

Новый материал от Dow Corning не стал исключением из правила, он действительно дороже. Однако оценка экономической целесообразности не сводится к простому сравнению стоимости материалов. Здесь следует оценивать целый комплекс факторов.

Так как вязкость TC-4025 выше, чем у пасты, нанести его можно намного точнее. Этим обстоятельством мы воспользовались для снижения стоимости материала в изделии. Мы решили наносить слой термоинтерфейса не сплошным покровом, а контактными пятнами, площадь и форма которых определяются расчётами. Так, эквивалентное тепловое сопротивление достигается балансом между меньшей площадью контактного пятна при большей его теплопроводности. Логика проста: теплопроводность является неотъемлемой характеристикой материала, в то время как его количество прямо влияет на затраты. В результате расчётов получилось, что для обеспечения сопоставимого с пастой те-



3 Процесс испытаний печатной платы на тепловой режим

плового сопротивления контактного пятна при использовании ТС-4025 площадь контакта можно уменьшить почти вдвое.

Далее необходимо упомянуть толщину наносимого слоя. Вязкость ТС-4025 позволяет наносить существенно более тонкий слой, чем у термопасты. Исходя из измеренной шероховатости типовой посадочной площадки, получаемой на нашем производстве, мы определили необходимую толщину термоинтерфейса. Конечно, она

Основные характеристики теплопроводящих подложек ТС-4025 и ТС-4015

Параметр	ТС-4015	ТС-4025
Вязкость, сП	103000	70000
Теплопроводность, Вт/м*К	1,7	2,5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,6	2,8
Цвет	голубой	голубой
Твердость Шорр 00, ед	50	50
Время жизни, час	4	4
Эластичность, %	75	75
Температурный диапазон	-55 °С — +200 °С	-55 °С — +200 °С
Адгезионная прочность, кг/см <sup>2</sup>	27	27
Время полной полимеризации, час	24 часа при 25 °С 148 минут при 40 °С 48 минут при 75 °С 16 минут при 100 °С 10 минут при 125 °С	24 часа при 25 °С 148 минут при 40 °С 48 минут при 75 °С 16 минут при 100 °С 10 минут при 125 °С
Огнестойкость UL 94	V-0	V-0
Особенности		
Гарантийный срок, мес.	12	12



4 Подведение итогов опытных работ

в разы отличалась от того, что получается при использовании пасты. В случае с ТС-4025 контролировать толщину слоя можно более точно, и она оказалась меньше, чем толщина слоя пасты.

В сумме эти два преимущества позволили значительно сократить объём наносимого материала и тем самым получить экономический эффект, несмотря на разницу в стоимости.

Стоимость сокращённых трудозатрат на сборочном участке несколько выше появившихся затрат на участке SMD, что оправдано частичной автоматизацией процесса нанесения. А так как оборудование, участвующее в процессе, несложное, амортизационные расходы при крупносерийном производстве не превышают приемлемых величин.

Сейчас мы можем уверенно говорить, что применение этой технологии экономически оправдано. Справедливости ради отмечу, что доля стоимости этого компонента в абсолютной величине на изделие настолько мала (менее 0,2 %) что практическое преимущество от его применения выглядит более весомым.

Начиная работу с данным материалом, мы думали только о практичности, и сначала закладывали ТС-4025 в спецификации светильников для освещения улиц и автомагистралей, где его практические характеристики особенно ценны. Но получив экономические выкладки, мы приняли решение о широком применении материала в нашей продуктовой линейке. Я уверен, что это решение позволит создавать надёжные и практичные осветительные приборы для самых различных областей применения.

**Антон Владимирович, благодарим Вас за беседу и желаем успешного внедрения новой технологии на производстве!** 