

# Продление срока службы светодиодов. Часть 2

**В статье предложены советы по выбору правильного средства защиты для светодиодных устройств, что позволяет увеличить срок службы и производительность таких изделий.**

Ирина Буданова

pr@protehnology.ru

Сбыстрым ростом рынка светодиодов правильный выбор продукта становится обязательным условием для обеспечения производительности и срока службы светодиодов. В первой части статьи мы рассмотрели важность правильного управления температурным режимом, включая различные способы обеспечения максимального рассеивания тепла в светодиодных системах. Эффект избыточного тепловыделения обсуждался в прямой зависимости от времени жизни светодиода. Аналогично во второй части мы также обсудим срок службы светодиодов. В статье речь пойдет об использовании светодиодов в различных средах и о том, как задать соответствующую защиту в данных условиях.

Светодиодные приложения становятся все более разнообразными. Требования к дизайну, местоположение или функция продукта — все это элементы, доказывающие, что задачи, с которыми сталкиваются дизайнеры светодиодов, постоянно расширяются. Светодиоды, как и большинство электронных устройств, будут работать хорошо, пока внешние воздействия не начнут ухудшать производительность. Такие воздействия могут включать электростатическое притяжение пыли, влажные или коррозионные среды, химическое или газообразное загрязнение и многое другое. Поэтому крайне важно детально

рассмотреть среду конечного использования, чтобы обеспечить возможность выбора правильных продуктов.

Как известно, рынок светодиодного освещения быстроразвивающийся, и, по данным Forbes, ожидается, что к 2020 году он превратится в отрасль стоимостью \$70 млрд, которая всего за пять лет займет 70% рынка. Этот рост объясняется преимуществами светодиодов по сравнению с традиционными формами освещения с точки зрения адаптивности, срока службы и эффективности. Поэтому легко понять, почему светодиодное освещение используется в широком спектре приложений, включая бытовые светильники, промышленное освещение для заводов, освещение для морской среды, архитектурное освещение и дизайн — и это лишь некоторые варианты его применения.

Сравнение условий окружающей среды в стандартном архитектурном освещении с морской средой может помочь нам понять потенциальные причины износа светодиодов. При применении в архитектурном освещении нередко сам светодиод закрыт в силу особенностей конструкции устройства или ориентация светодиода такова, что он может подвергаться воздействию не только общих изменений температуры, но и влажности. В морской среде, вероятно, что светодиодная лампа может быть намочена или погружена в соленую воду. И во всех случаях она будет находиться в среде соляного тумана в течение большей части своего срока службы. Условия с высоким содержанием соли способны вызвать коррозию на печатных платах и, таким образом, значительно снизить производительность по сравнению с эксплуатацией в обычных условиях с переменной влажностью. Защитные покрытия и герметизирующие смолы используются для обеспечения высокого уровня сохранности изделия в каждой из этих сред.

Такие покрытия представляют собой тонкие лаки, которые соответствуют контурам печатной платы, создавая хорошую защиту без добавления какого-либо значительного веса или объема к плате. Обычно их наносят толщиной 25–75 мкм путем распыления или погружения. Для защиты поверхности светодиодов крайне важно, чтобы используемое покрытие отличалось хорошей прозрачностью, сохраняющей это свойство в течение всего срока службы продук-



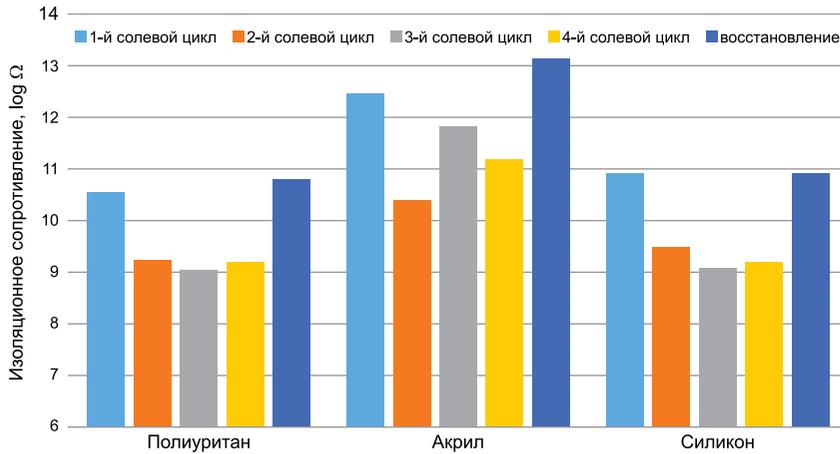


Рис. 1. Сравнение характеристик защитного покрытия в среде соляного тумана



Рис. 2. Типичные диапазоны цветовой температуры для светодиодов

та в желаемой среде, то есть покрытие имело хорошую устойчивость к ультрафиолетовому излучению, если продукт находится на открытом воздухе. Таким образом, лучший тип защитных покрытий основан на акриловых химических составах, обеспечивающих как прозрачность, так и стабильность цвета в сочетании с превосходной защитой от влаги и соляного тумана (рис. 1).

Как правило, акриловые защитные покрытия представляют собой продукты на основе растворителя, представляющего собой жидкость-носитель и формирующего тонкую пленку смолы на подложке. Используемые растворители классифицируются как ЛОС (летучие органические соединения). Поскольку этот растворитель присутствует на светодиоде только в течение нескольких минут на этапе нанесения, он не является проблемой для большинства систем. В некоторых случаях производители светодиодов предъявляют особые требования в отношении

продуктов, содержащих ЛОС, а также других специфических химических веществ, и они будут перечислены в техническом паспорте по светодиодам. В общем, проверка химической совместимости поможет подтвердить, подходит ли защитное покрытие на основе растворителя для использования с желаемым светодиодом. Производители защитных покрытий, такие как Electrolube, могут оказать помощь в проведении таких испытаний.

Помимо учета влияния покрытия, нанесенного на светодиод, также важно понимать влияние на цветовую температуру (рис. 2). Сдвиг цветовой температуры был постоянной проблемой при рассмотрении типа используемой защитной среды. Здесь следует понимать, что независимо от того, какой материал помещен непосредственно над светодиодной линзой, это вызовет взаимодействие, которое приведет к сдвигу цветовой температуры. Такой сдвиг обычно происходит при смещении от теплой к более низкой температуре и варьируется между различными типами светодиодов и диапазонами цветовых температур. Кроме того, он также будет отличаться в зависимости от применяемого материала защиты. Это

еще одна область, где акриловые защитные покрытия, такие как AFA Electrolube (рис. 3), имеют преимущества по сравнению с другими типами химии и продуктов. На рис. 4 представлены результаты изменения цветовой температуры «теплого» светодиода. Различные толщины и механизмы отверждения были использованы для того, чтобы выделить возможные изменения цветовой температуры. Красные линии обозначают границы конкретного типа применяемого светодиода, то есть при покупке светодиода следует помнить, что его цветовая температура может быть где угодно в указанных пределах.

Упомянутые тонкие и толстые покрытия представляют собой типичную минимальную и максимальную толщину 25 и 75 мкм. Благодаря применению столь тонкой пленки сдвиг цветовой температуры сводится к минимуму и, в свою очередь, управляется в пределах тех же границ, что установлены производителем светодиодов. В идеальном мире защитные покрытия будут применяться ко всем приложениям со светодиодами благодаря их простоте использования, минимальному влиянию на объем и вес устройства, универсальности и, наконец, их влиянию на сдвиг цветовой температуры. Однако, как мы все знаем, зачастую невозможно найти одно решение для всех приложений. Специальные покрытия формируют превосходный уровень защиты во влажной и соленой среде, однако они не обеспечивают максимальный уровень защиты в условиях частого погружения в воду, химических брызг, а также в агрессивных газовых средах. Именно в таких ситуациях мы советуем рассмотреть герметизирующую смолу, способную создать повышенный уровень защиты.

Инкапсулирующие смолы (рис. 5) также доступны в нескольких различных типах химических составов, включая эпоксидные, полиуретановые и силиконовые варианты. Обычно эпоксидные смолы обеспечивают более жесткую защиту с точки зрения механических воздействий, но не поддерживают гибкость других химикатов, что может привести, например, к проблемам при термоциклировании. Кроме того, стандартные эпоксидные системы не обеспечивают прозрачности и стабильности цвета других систем. Силиконовые смолы характеризуются отличной прозрачностью, а также хорошо работают при экстре-



Рис. 3. Electrolube AFA — акриловое защитное покрытие

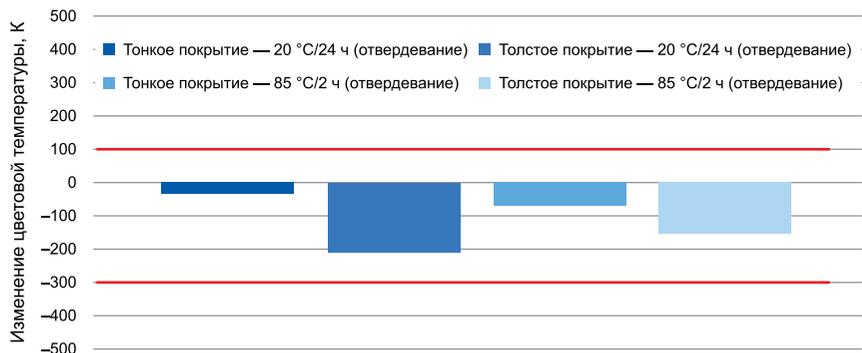
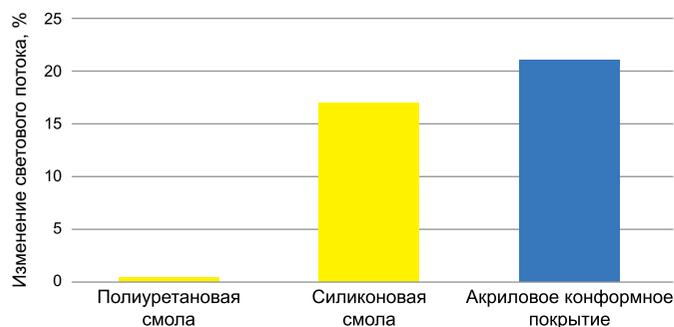


Рис. 4. Пример изменения цветовой температуры — Electrolube AFA


**Рис. 5.** Смолы Electrolube

**Рис. 6.** Сравнение стандартного химического состава смол после 1000 ч воздействия УФ-света

**Рис. 7.** Изменение светового потока после воздействия смешанного агрессивного газа

**Рис. 8.** Сравнение прозрачных (UR5634) и рассеивающих (UR5635) полиуретановых смол

мальных температурах, тогда как полиуретановые смолы предлагают сочетание хорошей гибкости, прозрачности и высокого уровня защиты в сложных условиях. На рис. 6 показана разница в четкости трех типов химического состава смол путем изучения цветовых различий смол после 1000 ч воздействия УФ-излучения, что подчеркивает стабильность каждой смолы в условиях окружающей среды. Очевидно, силикон и полиуретановая смола в этом случае превосходят стандартную эпоксидную систему.

Сравнивая производительность продуктов в сложных условиях среды, можно увидеть предпочтительный выбор продукта в зависимости от условий его конечного использования. Например, рис. 7 иллюстрирует влияние агрессивных газовых сред на акриловое конформное покрытие, полиуретановую смолу и силиконовую смолу путем изучения процента уменьшения светового потока светодиода после воздействия среды со смешанным газом. Эти результаты ясно показывают важность правильного выбора продукта для окружающей среды. Хотя защитное покрытие не ухудшается с точки зрения его сопротивления поверхностной изоляции в среде агрессивного газа, оно не является адекватной защитой для светодиодов, поскольку позволяет газу проходить через тонкое покрытие и проникать через светодиод, что с течением времени ухудшает характеристики устройства. Аналогичный эффект наблюдается и с силиконовой смолой, однако в этом случае, несмотря на то что защитный слой значительно толще (2 мм против 50 мкм), газ все же способен проходить через смолу и воздействовать на светодиод. Когда вы сравниваете результат силиконовой смолы с полиуретановым материалом, становится очевидным, что у этих двух типов химического состава есть различие в характеристиках, поскольку силиконовая смола проницаема для газа, тогда как полиуретановая смола такой же толщины — нет. В подобных случаях оптически прозрачная полиуретановая смола, такая как Electrolube UR5634, будет оптимальной защитной средой для предотвращения неблагоприятного воздействия агрессивных газов на светодиод.

Полиуретановые смолы были выделены в качестве подходящих материалов для защиты светодиодов в ряде различных сред. Они могут быть адаптированы и для предоставления дополнительных преимуществ, таких как пигментированные системы, используемые для покрытия печатной платы, но не светодиода. Эти смолы используются для защиты печатной платы, предлагая эстетически приятную отделку, в то же время улучшая характеристики светильника, отражая свет от печатной платы и увеличивая светоотдачу. Существуют и специальные смолы, которые можно применять для рассеивания света от светодиода. В частности, такие смолы, как Electrolube UR5635, могут предложить два решения в одном — защиту от окружающей среды и рассеивание света, при этом потенциально устраняется необходимость в крышках и крышках диффузоров (рис. 8).

Инкапсулирующие смолы эффективно обеспечивают высокий уровень защиты в различных средах и могут быть адаптированы к требованиям применения либо выбором типа химического состава, либо адаптацией состава конкретной смолы. Однако следует вернуться к теме изменения цветовой температуры. Ранее в этой статье мы обсуждали минимальное влияние на цветовую температуру, оказываемое тонкопленочными конформными покрытиями. При сравнении толщин конформного покрытия с герметизирующими смолами очевидно, что часть повышенного уровня защиты, которую предлагают смолы, обусловлена способностью наносить гораздо более толстый слой. Смолы можно наносить на глубину 1–2 мм или больше, однако эта глубина также будет влиять на наблюдаемый сдвиг цветовой температуры.

На рис. 9 показан типичный сдвиг цветовой температуры светодиодов, покрытых полиуретановой смолой различной толщины. Ясно, что толщина напрямую коррелирует со степенью сдвига цветовой температуры, что подчеркивает еще одно важное соображение при выборе подходящих защитных сред. Мы знаем, что произойдет сдвиг цветовой температуры, но важным фактором является повторяемость сдвига для используемого светодиода. Если сдвиг постоянен, изменение может быть учтено, например, путем пересмотра исходного диапазона цветовой температуры светодиода.

В статье обсуждались различные соображения, необходимые при выборе защиты для светодиодной системы. Оценка среды важна

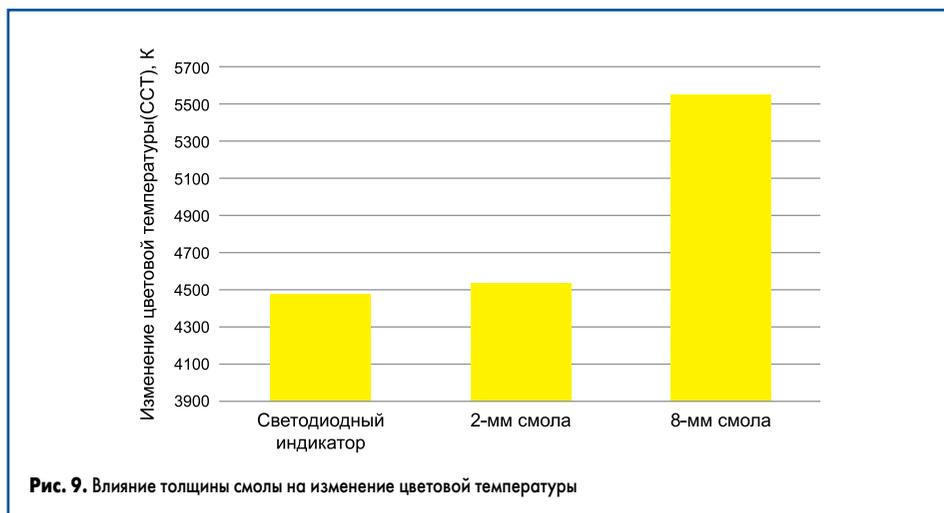


Рис. 9. Влияние толщины смолы на изменение цветовой температуры

для успешного определения продукта как с точки зрения производительности конечного использования, так и с точки зрения пригодности для производственных процессов. Защитные покрытия предлагают наилучшее сочетание простоты нанесения и включения в конструкцию, с отличным уровнем защиты во влажной и соленой среде. Они также демонстрируют самое низкое влияние на цветовую температуру из-за малой толщины нанесенного покрытия. Когда условия становятся более сложными, рекомендуется переход на герметизирующие смолы. В этом случае выбор между типами химических составов будет продиктован условиями эксплуатации и конкретными воздействиями окружающей среды. Кроме того, следует учитывать толщину наносимой смолы, чтобы обеспечить достаточную защи-

ту, уменьшая при этом влияния на изменение цветовой температуры, где это возможно. Объединение средств защиты с продуктами для терморегулирования, рассмотренными в первой части публикации, подчеркивает возрастающую важность технологии материалов на этом быстро растущем рынке. Обеспечивая эффективное рассеивание тепла и защиту от внешних воздействий, можно повысить эффективность и срок службы светодиодных систем. Светодиодные системы теперь могут также использоваться в более широком диапазоне сред. Это предполагает поддержку дизайнеров светодиодов, которые продолжают улучшать разработки материалов. В свою очередь, Electrolube постоянно оказывает поддержку столь стремительно развивающейся отрасли.