

Защитные покрытия Electrolube 2K, не трескающиеся под давлением

Требования к характеристикам защитных покрытий постоянно ужесточаются, поскольку электроника становится все более агрессивной операционной средой. Одновременно экологическое законодательство все строже контролирует и использование растворителей и летучих органических соединений (ЛОС) и предусматривает их сокращение. В настоящее время безлигнандные силиконовые защитные покрытия довольно широко распространены, но часто эти материалы не могут применяться из-за риска загрязнения силиконом или просто из-за отсутствия защитной эффективности в средах, вызывающих разрушение материалов и ухудшение их свойств, — в частности, в условиях повышенной влажности и коррозии.

Ирина Буданова

pr@protehnology.ru

За последнее десятилетие использование однокомпонентных УФ-отверждаемых материалов значительно возросло, причем быстрое отверждение дает преимущества для многих из них. Тем не менее, текущие однокомпонентные ультрафиолетовые материалы часто страдают от проблем с отверждением при нанесении на печатные платы, содержащие высокие компоненты, которые затегают воздействию ультрафиолетового излучения и требуют неконтролируемых выдержек, уменьшая интенсивность света и степень отверждения. В связи с этим приходится вводить дополнительно механизм вторичного отверждения, активированный влагой или нагревом.

Внедрены новые серии инновационных, быстротвердеющих, высокоэффективных двухкомпонент-

ных конформных покрытий, не содержащих летучих органических соединений и предназначенных для нанесения селективным методом. Основополагающая химия для новых материалов 2K Electrolub не нова, но процесс селективного покрытия без растворителей — это новый технологический прорыв, который позволяет реализовать все преимущества материалов покрытия 2K.

Материалы 2K обеспечивают альтернативу без растворителей как для УФ-, так и для силиконовых материалов, требуя меньших капиталовложений, чем УФ-материалы, и улучшают работу большинства силиконов в суровых условиях. Компания Electrolube подвергла новый класс 2K среди UV и силиконовых покрытий тщательному тестированию, включая тепловой удар, соляной туман, конденсацию и смешанный поток газа (MFG).

При нанесении покрытий контроль скорости потока находится на достаточно низком уровне, а поддержание правильных соотношений смеси становится основной задачей, поэтому для решения данной проблемы были использованы специально разработанные насосы с прогрессивной полостью с малым объемом, как показано на рис. 1.

Насосы точно контролируют скорость потока отдельных компонентов составов в пределах $\pm 1\%$, сохраняя контроль правильного соотношения объемных смесей и обеспечивая необходимое отверждение и свойства распределенных материалов. Кроме того, скорость распылительной головки может быть в три раза выше, чем при использовании традиционных распылительных материалов на 100% твердых веществ, что значительно сокращает время цикла покрытия. И хотя покрытия 2K могут наноситься тонким слоем (50–75 мкм), они были спроектированы, изготовлены и испытаны для применения при гораздо большей толщине (250–300 мкм), чтобы обеспечить превосходную инкапсуляцию компонентов.

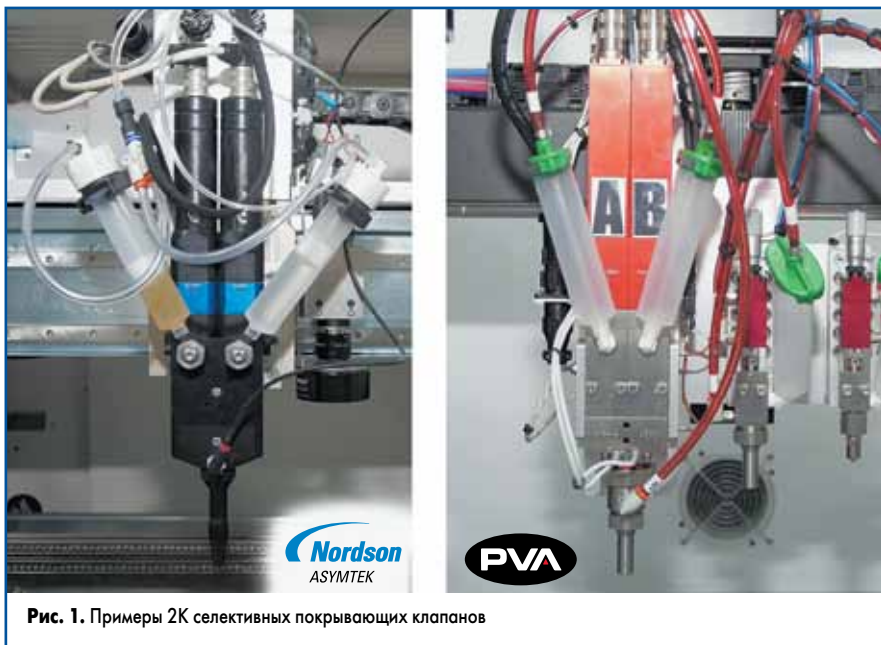


Рис. 1. Примеры 2K селективных покрывающих клапанов

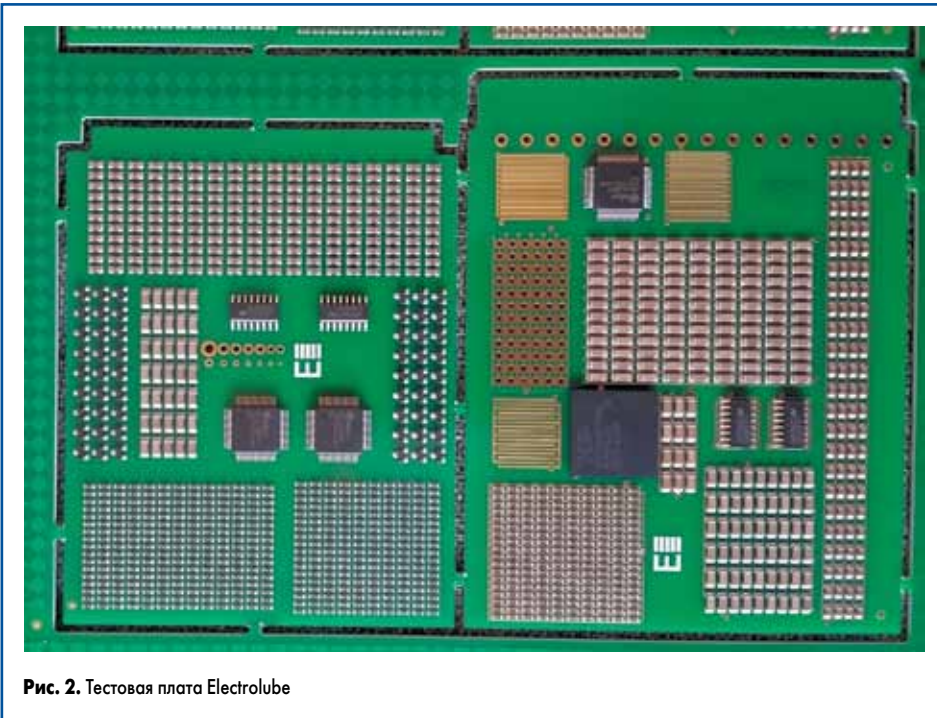


Рис. 2. Тестовая плата Electrolube

Новый тестовый купон печатной платы на поверхностное сопротивление изоляции (SIR) создан для лучшего моделирования реальных испытаний конформных покрытий, содержащих нефункциональные массивы компонентов как часть тестовых образцов SIR, показанных на рис. 2.

Термальный шок является высокоускоренным стрессовым тестом, который, в частности, касается автомобильной промышленности и предназначен для оценки вероятности повреждения покрытия во время обслуживания. Многие УФ-покрытия не способны выдерживать текущие требования 1000 циклов теплового удара без трещин.

Следующие конформные покрытия (табл. 1) были нанесены на Asymtek SelectCoat SL-940E с минимальной и максимальной толщиной, что создавало равномерный слой и соответствовало промышленным стандартам. Процесс выполнялся согласно рекомендациям производителя, затем платы выдерживали четыре недели, чтобы обеспечить любое последующее отверждение. После этого платы подвергали 1000 циклов тер-

мического удара (в диапазоне $-40...+130\text{ }^{\circ}\text{C}$) в камере ESPEC TSA-102EL. Платы были визуально исследованы при 50-кратном увели-

чении после 100 циклов, 200 циклов, затем каждые 200–1000 циклов.

Результаты показали, что в тесте на тепловой удар материалы 2K обладают лучшей устойчивостью по сравнению с конкурентными ультрафиолетовыми отверждаемыми материалами (рис. 3). Интересно отметить, что даже у имеющих в 2,5 раза большую толщину УФ-материалов способность выдерживать циклы термического удара была значительно выше и сопоставима с характеристиками силиконовых материалов, которые, как известно, достаточно устойчивы при испытании на термический удар.

После завершения испытаний на тепловой удар и визуального осмотра платы подвергали воздействию 96-ч солевого тумана в соответствии с IEC 60068-2-11: 5%-ный раствор соли, температура $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$, 168 ч, а также влиянию влажности: 85–90% относительной влажности, $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$, 168 ч (рис. 4).

Материалы 2K обеспечивали исключительную стойкость к воздействию солей как на «мокрой» стадии, так и после высыхания, на том же уровне, что и силиконовые материалы. Уретановые, а также уретановые материалы на основе растворителя, которые треснули во время испытания на термический удар, по-



Рис. 3. Примеры отказов теплового удара (UV 1-3)

Таблица 1. Тестирование толщины защитных покрытий

Покрытие	Мин. толщина, мкм (мил)	Тест, шок	Макс. толщина, мкм (мил)	Тест, циклов шока до отказа
AFA-F	25 (1)	>1000	55 (2,1)	>1000
UR1	29 (1,1)	<100	62 (2,3)	<19
2K300	113 (4,5)	>1000	259 (10,2)	>1000
2K500	103 (4)	>1000	255 (10)	>1000
UV1	109 (4)	<100	153 (6,1)	<100
UV2	101 (4)	800–1000	145 (5,8)	800–1000
UV3	61 (2,3)	600–800	156 (6,2)	600–800
UVCL	89 (3,6)	>1000	152 (6,1)	>1000
SR1	107 (4,3)	>1000	269 (10,8)	>1000
SR2	117 (4,7)	>1000	288 (11,6)	>1000

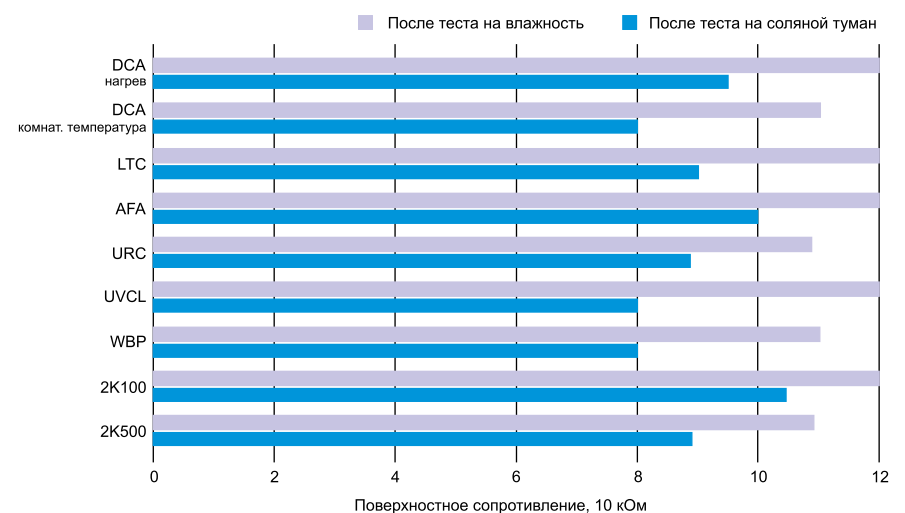


Рис. 4. Тест на влажность и соляной туман

Таблица 2. Испытательная среда смешанного проточного газа (MFG)

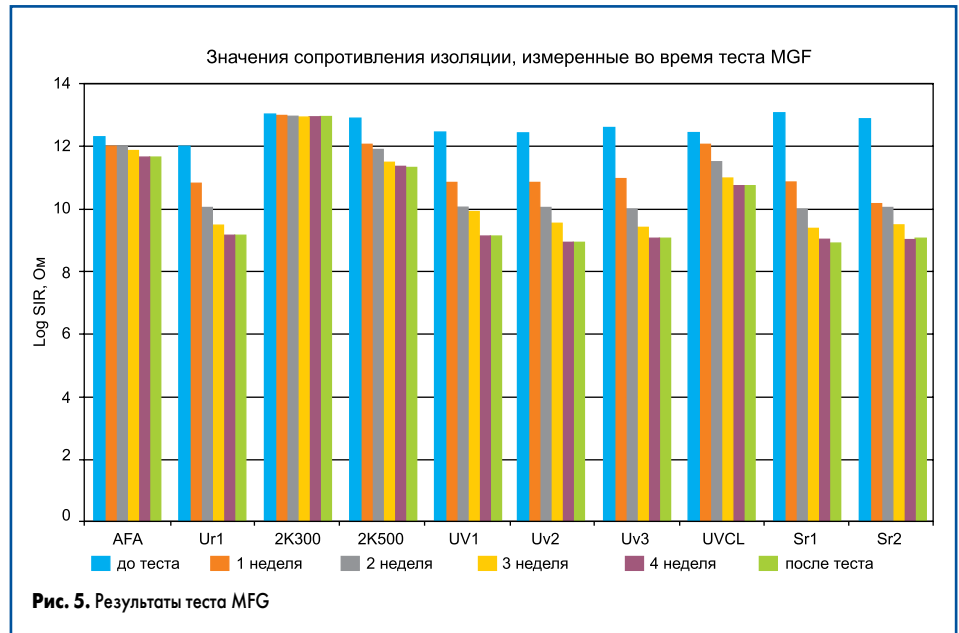
Температура	Относительная влажность	Газ	SO ₂	H ₂ S	NO ₂	Cl ₂
+25 °C	75%	Концентрация/ppb	200	100	200	20

казали относительно низкую защиту во время тестирования и минимальное улучшение SIR по завершении испытания.

Затем платы подвергли тесту в течение 28 дней в среде с агрессивными газами в соответствии со стандартом IEC 68-2-60, класс 3, как показано в таблице 2.

Измерения SIR проводились в условиях окружающей среды (+25 °C, 50% относительной влажности) до начала тестирования с недельными интервалами и через 24 ч после завершения теста, как показано на рис. 5.

Как и ожидалось, материалы, которые не трескались во время предыдущих испытаний на тепловой удар, показали лучший результат в тесте MFG. Силиконовые материалы в данном тесте проявили сходное поведение с треснувшими ультрафиолетовыми материалами — это свидетельствует о том, что силиконовые материалы являются довольно пористыми для столь агрессивных газов. Более толстые покрытия 2K и акриловые лаки продемонстрировали очень хорошие барьерные свойства для этих агрессивных газов.



Конденсационные испытания становятся все более важными, особенно в автомобильной промышленности. Из-за традиционных несоответствий тестирования Национальная физическая лаборатория Великобритании разработала альтернативный тест на конденсацию, когда условия в камере остаются стабильными, а температура испытательной части опускается ниже точки росы, создавая

контролируемое образование росы на поверхности охладителя на испытательную часть (рис. 6).

Если мы рассмотрим два часто используемых компонента, Ball Grid Array (BGA) и малогабаритный Integrated Circuit (SOIC), как показано на рис. 7, то можем увидеть, как уровни защиты покрытий зависит от конденсации (рис. 8, 9).

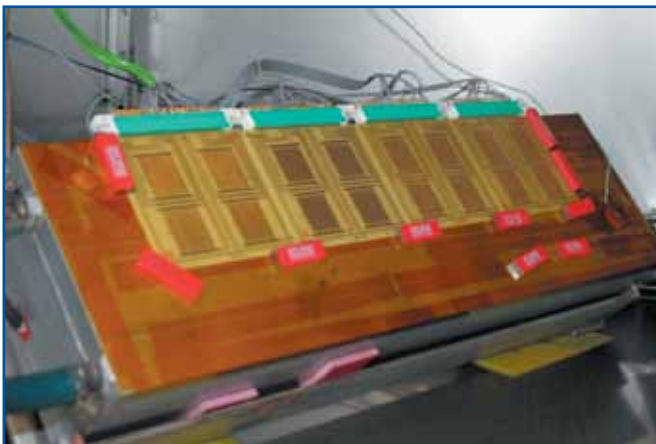


Рис. 6. Установка контроля конденсации NPL с использованием охлаждающей плиты для подавления температуры подложки ниже точки росы

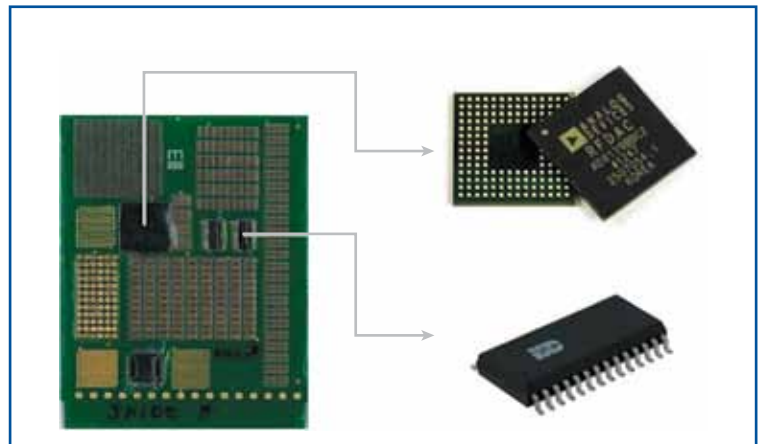
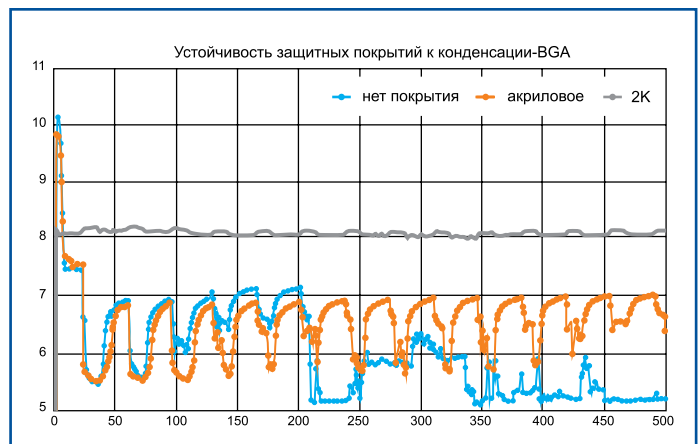
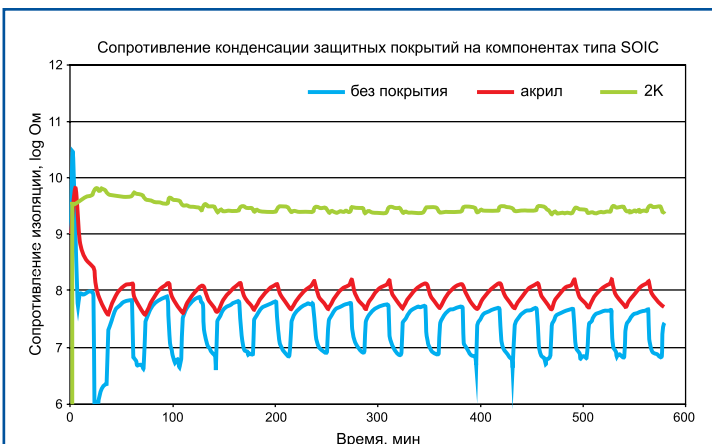


Рис. 7. Испытательная плата SIR Electrolube, показывающая тестовые площадки BGA и SOIC



По существу, SIR оставался постоянным во время циклов конденсации и высыхания для материала 2К на обоих образцах. Это доказывает, что материал является очень эффективным барьером для конденсации. Акриловый материал также оказался устойчивым барьером на компоненте SOIC, но было обнаружено, что конденсация проникает под устройство BGA, которое в конечном итоге высыхает, но приводит к более низким по-

казателям во время конденсации. В устройствах без покрытия были обнаружены значительные потери в SIR во время конденсации, а на устройстве BGA преобладали условия короткого замыкания и потенциальная коррозия или дендритный рост.

При тщательном тестировании полиуретановые материалы 2К демонстрируют очень впечатляющие характеристики по сравнению с другими типами покрытий. Тот факт, что

они могут быть нанесены густо, без трещин во время испытаний на тепловой удар, позволяет достичь большей степени покрытия компонентов, что приводит к повышению производительности во время термического шока, испытаний солевого напыления, MFG, а также испытаний на конденсацию — традиционно изнурительных тестов, которые обычно проводятся во время автомобильных квалификационных кампаний.