

Защитные покрытия

электронных модулей в производстве РЭА

Выбор оптимальных защитных покрытий для электронных модулей является непростой задачей, которую приходится решать еще на этапе конструирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). В статье рассматриваются наиболее распространенные покрытия, которые применяются в производстве РЭА различного назначения.

Николай Казаков

astrem@rol.ru

Промышленная эксплуатация РЭА часто происходит при воздействии различных внешних факторов: климатических, биологических, механических. К ним относятся перепады температур, повышенная влажность окружающей среды, морской туман, грибковые и плесневые образования, условия запыленности, вибрация и т. п.

Защита изделий от этих воздействий осуществляется с помощью лаковых и пленочных покрытий. Выбор того или иного покрытия определяется условиями эксплуатации аппаратуры, а также конструктивно-технологическими параметрами РЭА.

К покрытиям предъявляется ряд требований, в том числе:

- свойство проникать в малые зазоры 0,3–1,5 мм;
- образовывать прочную, плотную прозрачную пленку;
- обладать высокой степенью адгезии к материалам печатной платы и установленных на ней изделий электронной техники (ИЭТ);
- сохранять эластичность и не растрескиваться при длительной вибрации и механических нагрузках;
- обладать высокой электрической прочностью и удельным объемным электрическим сопротивлением;
- сохранять стойкость по отношению к различным органическим растворителям: этилацетату, ксилолу, нефрасу и спиртонефрасовой смеси, ацетону, хлористому метилу и смеси хлористого метилена с этиловым спиртом.

При работе с покрытиями важными характеристиками являются:

- низкая пожароопасность;
- хорошая растекаемость, сплошность и отсутствие газовыделений;
- продолжительность использования после приготовления;
- температура и время сушки;
- минимально необходимое количество слоев, наносимых на изделие.

При выборе покрытия необходимо руководствоваться и некоторыми конструктивными особенностями модулей РЭА, в том числе:

- плотностью расположения ИЭТ на печатной плате (ПП);

- величиной зазоров между корпусом ИЭТ и ПП, которые должны быть не менее 0,3 мм;
- наличием на ПП ИЭТ различного конструктивного исполнения — со штырьковыми и планарными выводами;
- наличием участков, не подлежащих влагозащите;
- использованием нетеплостойких элементов, ограничивающих температуру сушки покрытия;
- ремонтпригодностью РЭА в условиях эксплуатации.

Основными и широко применяемыми покрытиями являются двухкомпонентные лаки, номенклатура которых была установлена отраслевыми стандартами. Наибольшее распространение получили эпоксидные лаки:

- УР-231 (ТУ 6-10-863-76) раствор алкидно-эпоксидной смолы в смеси органических растворителей (ксилол, бутилацетат) с добавкой отвердителя ДГУ (диэтиленгликольуретан);
- ЭП-9114 (ОТУ 6-10-429-79) раствор эпоксидной смолы ЭД-20 в растворителях (ксилол, эпихлоргидрин) с добавкой отвердителя ИМЭН-1 (продукта взаимодействия эпоксидной смолы Э-41 с полиаминоамидозалиновой кислотой И-5М);
- ЭП-730 (ГОСТ 20824-75) раствор эпоксидной смолы Э-41 в смеси органических растворителей (ацетон, бутилацетат) с добавкой отвердителя № 1 (50-процентный раствор гаксаметилендиамин в этиловом спирте);
- КЭВ (ТУ 301-05-ОХЗ-07-93) композиция эпоксидная влагозащитная, представляющая собой низковязкий раствор модифицированных и пластифицированных эпоксидно-диановых смол в смеси органических растворителей (этилацетата, ацетона, этанола) с добавлением в качестве отвердителя АФ-2 для эпоксидных смол (ТУ 6-05-1663-74) или агидола АФ-2 (ТУ 38.30-340-83).

Эти лаки обладают высокими эксплуатационными свойствами и предназначены для защиты электронных модулей, работающих в условиях повышенной влажности и температуры в различных климатических условиях. Недостатками этих лаков являются их высокая пожароопасность, токсичность, длительное время сушки и проблемы, возникающие при необходимости замены радиоэлементов.

тов на плате в условиях эксплуатации радиоаппаратуры (табл. 1).

Недостатки, присущие двухкомпонентным эпоксидным композициям, в значительной мере устраняются однокомпонентными пленочными защитными покрытиями отечественного и зарубежного производства. Эти покрытия имеют высокую химическую стойкость, хорошие диэлектрические свойства, низкую газо- и влагопроницаемость, благодаря которым они получают все большее применение в радиоэлектронной промышленности.

Помимо эксплуатационных, эти покрытия имеют ряд существенных технологических достоинств. Они просты в нанесении, быстро твердеют на поверхности, не требуют специальных материалов для удаления при ремонте, длительное время сохраняют свои свойства после изготовления. К ним относятся:

- «Поливоск» (ТУ 301-05-95-90) — полимерная композиция из низкомолекулярного полиэтилена и других добавок в органических растворителях. Наносится на изделие методом окунания, при этом образует пленку толщиной 10–20 мкм, которая становится совершенно прозрачной при последующей термообработке. Стабильные электроизоляционные свойства не препятствуют пайке через покрытие, так как полиэтиленовое покрытие при температуре 220–250 °С проявляет себя как флюсующий состав.
- PLASTIK (торговая марка CRAMOLIN) разработан на основе акриловой смолы и используется как защитное покрытие для электронных модулей. Имеет хорошую адгезию к металлу, пластику, дереву, картону, стеклу. Устойчив к кислоте, соли, плесени, коррозии, термическим воздействиям, механическим повреждениям. Покрытие позволяет осуществлять пайку сквозь слой лака. Наносится на изделие методом распыления или погружения в раствор.
- URETHANE (торговая марка CRAMOLIN) — высокоэффективное защитное покрытие для электронных модулей на основе полиуретана. Применяется также для защиты и гидроизоляции электродвигателей, трансформаторов, проводов и кабелей. Поставляется в двух цветовых вариантах — прозрачный и красный. Обладает всеми эксплуатационными свойствами вышеперечисленного лака, но имеет более прочную к механическим воздействиям пленку и не размягчается под действием температуры жала паяльника (табл. 2).

Ко всему вышеизложенному необходимо добавить технологию влагозащиты и электроизоляции изделий РЭА полипарацелиленом, подробная информация о котором публиковалась ранее [3].

Несомненно, покрытие полипарацелиленом имеет ряд существенных преимуществ перед эпоксидными, уретановыми, силиконовыми лаками. В отличие от этих покрытий толщиной 30–70 мкм, получающихся при многократном нанесении материала, при использовании парилена эквивалентное по защитным свойствам покрытие толщиной 5 мкм наносится за одну операцию.

Таблица 1. Свойства влагозащитных двухкомпонентных лаков

Наименование показателя	Значение показателя			
	УР-231	ЭП-730	ЭП-9114	КЭВ
Вязкость, С, по ВЗ-4	11–14	10–14	11–14	10–13
Число наносимых слоев	3–4	3–6	2–3	2–3
Толщина покрытия (суммарная), мкм	45–50	55–100	70–120	50–70
Время высыхания до степени 3 при температуре 65 °С, не более, ч	9	6–8	3–5	5–6
Срок использования лака после введения отвердителя при температуре (20±2) °С, не менее, ч	5	7	3	24
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	7×10 ¹⁴	4×10 ¹³	1×10 ¹⁵	1×10 ¹⁵
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 106 Гц	0,02	0,06	0,02	0,03
Электрическая прочность, кВ/мм	52,0	80,0	40,0	60,0
Температурный диапазон использования, °С	–60...+120	–40...+120	–60...+120	–40...+120

Таблица 2. Физико-химические свойства однокомпонентных пленочных защитных покрытий

Наименование показателя	Значение показателя		
	Поливоск	PLASTIK	URETHANE
Цвет	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный
Красный			
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	7×10 ¹²	5×10 ¹⁴	5,1×10 ¹⁴
Прочность диэлектрика, кВ/мм	–	21	82,9
Термостойкость, °С	–60...+85	–70...+120	–40...+130
Толщина пленки, мкм	10–20	20	20
Время высыхания, мин	–	10–15	15–20 полимеризация до 12 ч

При этом обеспечивается равномерное покрытие париленом в самых труднодоступных местах на плате с минимальными зазорами и осаждение его на всех острых кромках изделия. Покрытие осаждается при комнатной температуре, что гарантирует сохранность работоспособности элементов, чувствительных к температурным воздействиям. В связи с малой толщиной покрытия создается улучшенный теплоотвод с поверхности изделий. Недостатками этой технологии являются относительно высокая стоимость (от \$0,5 до \$3 за 1 дм²) и необходимость иметь специальное оборудование для нанесения покрытия.

В заключение следует отметить, что высокие эксплуатационные свойства изделий гарантируются не только выбором той или

иной марки лака, но всем комплексом технологических операций изготовления РЭА, включая подготовку изделий под покрытие, технологией его нанесения и качеством всех исходных материалов.

Литература

1. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах // Под редакцией В. Г. Журавского. 1988.
2. Карнаков Р. Защищаем печатную плату // Компоненты и технологии. 2004. № 3.
3. Ширшова В. Технология влагозащиты и электроизоляции изделий РЭА полипарацелиленом // Компоненты и технологии. 2002. № 2.