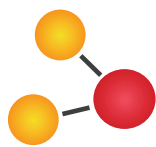


# Новые отечественные лаковые композиции марок АЛК-1 и КЛК-1 для защиты радиоэлектронных модулей



**Гамма-Ресурс**  
ВЛАГОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

В статье представлены новые, отечественной разработки материалы (лаковые композиции), предназначенные для получения атмосферостойких, электроизоляционных, светостойких и радиопрозрачных покрытий. Рассмотрены основные диэлектрические свойства покрытий и возможность их применения для защиты радиоэлектронных модулей взамен лака УР-231 и импортных лаков.

Предложено применение цветных прозрачных покрытий, обеспечивающих объективный визуальный контроль качества защитных покрытий (сплошности и толщины) в местах электрических соединений, выполненных пайкой.

**Виталий Николаев**  
**Игорь Мыслевский**

info@gamma-resurs.ru

Важнейшая, и часто решающая роль защитных покрытий в обеспечении надежности и срока службы радиоэлектронных модулей, а следовательно и радиоэлектронной аппаратуры в целом, хорошо известна.

В последнее десятилетие в нашей стране для защиты радиоэлектронных модулей широко используются импортные лаки: Humi Seal-1 A33 — для получения уретановых покрытий; Plastik — для получения

акриловых покрытий; Humi Seal 1B73 — для получения акриловых покрытий, содержащих флуоресцирующие добавки, и другие (рисунк).

Импортные лаки технологичны в применении и по ряду свойств покрытий на их основе (эластичности, ремонтнопригодности, рабочему диапазону температур и т. д.) превосходят покрытия на основе отечественных лаков: УР-231, ЭП-9114, ЭП-730.

В 2013 году предприятием ООО «Гамма-Ресурс» освоен выпуск новых лаковых композиций:

- кремнийорганическая лаковая композиция для получения влаготермоэлектроизоляционных и атмосферостойких покрытий ТУ 1133-003-7143919-2013 (марки КЛК-1 и КЛК-1 КС);
- полиакриловая лаковая композиция для получения атмосферостойких и светостойких радиопрозрачных покрытий ТУ 1331-002-7143919-2013 (марки АЛК-1 и АЛК-1 КС).

Данные композиции разработаны на основе выпускаемых отечественной промышленностью материалов. Покрытия, сформированные с использованием указанных композиций, имеют широкую область применения в различных климатических условиях.

Композиции можно наносить на металлические и неметаллические поверхности изделий различными способами: пневматическим распылением, обливом, окунанием, кистью.

Покрытия наносятся на поверхность изделий преимущественно в 2–3 слоя. При необходимости возможно нанесение и большего количества слоев.

Количество наносимых слоев определяется исходя из функционального назначения покрытия, его допустимой толщины и способа нанесения покрытия.

Толщина одного слоя покрытия при пневматическом распылении композиций составляет 10–12 мкм.

Формирование покрытий происходит с высокой скоростью при естественной сушке (температура воздуха +15...+30 °С, относительная влажность — до 80%). В этих условиях время сушки каждого слоя составляет от одного до двух часов. При повышении температуры время сушки сокращается. Подготовка



Рисунок. Разновидности тары для лаков

поверхности изделий перед нанесением покрытий производится в соответствии с отраслевой НТД с учетом функционального назначения покрытий и условий эксплуатации.

Композиции могут поставляться изготовителем с различной относительной (технологической) вязкостью с учетом способа их нанесения потребителем.

Покрытия, полученные с использованием лаковых композиций марок АЛК-1 и КЛК-1, прошли радиотехнические испытания на щелевом резонаторе по определению диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ ) и тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ) на частотах 10 ГГц.

Испытания проводились на свободных пленках толщиной около 500 мкм и на образцах полиэфирного стеклопластика с толщиной покрытий 50–70 мкм.

Получены следующие результаты:

- Для пленок на основе АЛК-1:  
 $\epsilon = 2,598 \pm 0,052$ ;  $\text{tg}\delta = 0,0135 \pm 0,0005$ .
- Для пленок на основе КЛК-1:  
 $\epsilon = 2,91 \pm 0,07$ ;  $\text{tg}\delta = 0,0175 \pm 0,0005$ .

На образцах из стеклопластика ухудшения радиотехнических характеристик отмечено не было (отклонения находились в пределах погрешности измерений приборов).

Результаты испытаний позволяют сделать вывод о высоких радиопрозрачных свойствах покрытий, сформированных на основе композиций АЛК-1 и КЛК-1, особенно на основе АЛК-1, и следовательно, имеется возможность эффективно использовать указанные композиции для защиты радиоэлектронных модулей СВЧ-исполнения и антенных устройств различного назначения.

Лаковые композиции марок АЛК-1 и КЛК-1 содержат полимеры (полиакрилаты, полисилоксаны), хорошо известные в технике как материалы, обладающие высокой атмосферостойкостью, стойкие к действию солнечной радиации и плесени.

Покрытия на основе лаковых композиций марок АЛК-1 и КЛК-1 обладают высокой адгезией к различным металлическим и неметаллическим материалам (1 балл по ГОСТ 15140), что в основном и определяет надежность защиты изделий полимерными покрытиями.

Определение основных диэлектрических характеристик покрытий, сформированных в условиях естественной сушки (температура воздуха +15...+25 °С, относительная влажность до 70%), дает следующие результаты.

Для покрытий на основе лаковой композиции АЛК-1:

- удельное объемное электрическое сопротивление:  $1,4 \times 10^{11} - 1 \times 10^{12}$  Ом·м;
- диэлектрическая проницаемость при частоте 10<sup>6</sup> Гц: 2,6–2,8;
- тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 10<sup>6</sup> Гц: 0,012–0,015.

Для покрытий на основе лаковой композиции КЛК-1:

- удельное объемное электрическое сопротивление:  $(1,2-1,6) \times 10^{12}$  Ом·м;
- диэлектрическая проницаемость при частоте 10<sup>6</sup> Гц: 2,9–3,3;
- тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 10<sup>6</sup> Гц: 0,012–0,016.

Изменяя технологические режимы формирования покрытий (температуру и время сушки, количество слоев, вязкость композиции и др.), можно значительно повысить диэлектрические свойства покрытий, например увеличить электрическое сопротивление до 15 раз.

С учетом высоких защитных и диэлектрических свойств покрытия на основе лаковых композиций марок АЛК-1 и КЛК-1 могут эффективно использоваться для защиты радиоэлектронных модулей.

В 2013 году на одном из приборостроительных предприятий Санкт-Петербурга были проведены испытания по оценке эффективности и целесообразности замены лака УР-231 на лаковые композиции АЛК-1 и КЛК-1. Результаты испытаний положительные, и с 2013 года на предприятии лаковая композиция АЛК-1 используется взамен лака УР-231 для защиты электронных модулей.

В декабре 2014-го на ФГУП Москвы проведены испытания по сравнительной оценке электрофизических характеристик покрытий на основе новых лаковых композиций АЛК-1 и КЛК-1 и указанных выше импортных лаков с целью возможной замены лака УР-231.

Испытания проводились на двухсторонних тест-платах в количестве 19 шт. и выполнялись по методике, приведенной в ГОСТ РВ 20.57.306-98, — «Методы испытаний на воздействие климатических факторов». Значение воздействующих факторов определялось по группе 1.10 ГОСТ Р 52860-2007 «Технические средства физической защиты. Общие технические требования».

Испытания тест-плат по электрическим параметрам проводились согласно ОСТ В 951764-2002 «Платы печатные односторонние и двухсторонние. Общие технические условия».

Все виды покрытий испытания выдержали.

Покрытия на основе новых лаковых композиций марок АЛК-1 и КЛК-1 имеют по сравнению с применяемыми в настоящее время следующие технические преимущества:

1. Сохраняют функциональные свойства при высоких температурах (до +160 °С для покрытий на основе АЛК-1; до +180 °С для покрытий на основе КЛК-1).
2. Обладают высокой адгезией к паяным соединениям, что значительно увеличивает надежность и срок службы покрытий, а следовательно, и радиоэлектронных модулей, особенно при эксплуатации изделий (аппаратуры) в условиях морской и промышленной атмосферы.
3. Невысокая скорость старения покрытий, в том числе и в атмосферных условиях эксплуатации.
4. Низкая горючесть без выделения высокотоксичных соединений.
5. Низкая зависимость диэлектрических свойств покрытий от изменения температуры и влажности воздушной окружающей среды.
6. Высокая ремонтпригодность, в том числе возможность пайки по слою покрытия и восстановление покрытия при температуре воздушной среды +5...+35 °С и относительной влажности до 80%.

Совокупность приведенных технических свойств покрытий на основе лаковых композиций АЛК-1 и КЛК-1 обеспечивает при их применении повышение надежности и срока службы радиоэлектронных модулей и позволяет увеличить их технические характеристики.

Следует особо отметить, что стоимость импортных лаков в 3–4 раза превышает стоимость лаковых композиций марок АЛК-1 и КЛК-1, а стабильность их поставок зависит от многих факторов.

На основании изложенного становится очевидным вопрос о возможности эффективного применения новых лаковых композиций марок АЛК-1 и КЛК-1 для защиты радиоэлектронных модулей как вместо отечественных лаков (УР-231, ЭП-9114, ЭП-730 и др.), так и взамен импортных лаков.

В настоящее время лаковые композиции по ТУ 1331-002-7143919-2013 марки АЛК-1 и ТУ1133-003-7143919-2013 марки КЛК-1 используются на ряде предприятий для получения защитных покрытий на радиоэлектронных модулях.

Во второй половине 2014 года на основе выпускаемых лаковых композиций АЛК-1 и КЛК-1 разработаны окрашенные лаковые композиции для получения цветных прозрачных покрытий.

Применение цветных прозрачных покрытий для защиты радиоэлектронных модулей обеспечит повышение их надежности и срока службы при эксплуатации, так как позволяет производить объективный визуальный контроль качества защитных покрытий (сплошности и толщины) наиболее ответственных элементов модулей, а именно электрических соединений радиоэлектронных компонентов, выполненных пайкой.

Визуальный контроль толщины цветных прозрачных защитных покрытий на паяных соединениях осуществляется с использованием специальных (эталонных) образцов с погрешностью в 2–3 мк.

Цветные прозрачные покрытия также эффективны для защиты паяных соединений в электротехнических, радиотехнических и других изделиях, эксплуатируемых в жестких условиях (высокой влажности, высоких и низких температур, перепада температур и др.).