

# ОПТИМИЗАЦИЯ

# ВЫБИРАЯ ВЛАГОЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ. ЦЕНА ≠ СТОИМОСТЬ



Текст: Денис Поцелуев

”

Защита печатных узлов от различных негативных факторов внешней среды – один из ключевых аспектов в процессе производства радиоэлектронной аппаратуры. Особенно если речь идет о производстве электроники ответственного и специального назначения. Правильно подобранные влагозащитное покрытие и технологический процесс существенно повышают надежность и длительность работы электронных устройств в неблагоприятных условиях. Ключевой вопрос в том – как не ошибиться при выборе покрытия? Какому алгоритму следовать? Какие параметры или аспекты учитывать? Как правильно работать с ценовой информацией? В данной статье будут кратко рассмотрены методы выбора влагозащитных покрытий и более детально – аспекты формирования стоимости и влияние покрытий на цену изделия.



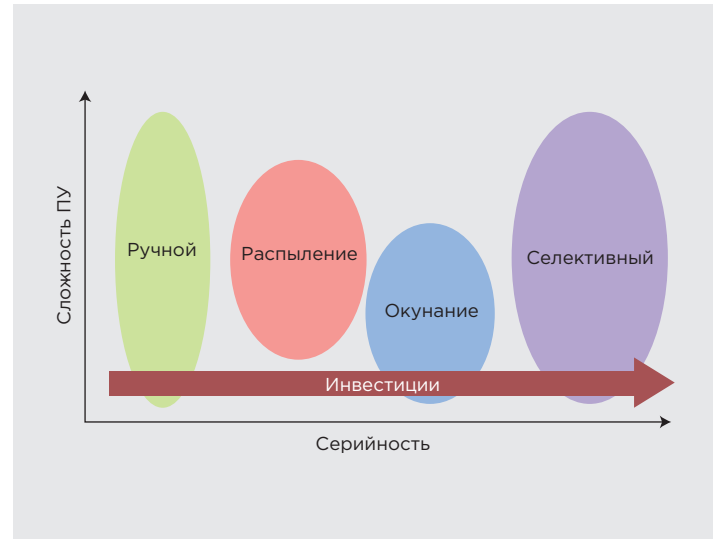
1

Алгоритм выбора влагозащитного покрытия

Сегодня на рынке представлен широкий ассортимент технологических материалов, предназначенных для защиты электроники от негативных воздействий окружающей среды: уретановые и акриловые лаки, полиуретановые и силиконовые компаунды, эпоксидные смолы, парилен. Наряду с большим разнообразием покрытий самым распространенным материалом для защиты печатных узлов от неблагоприятных воздействий окружающей среды остаются лаки – уретановые и акриловые влагозащитные покрытия.

Рассмотрим сначала, какие типы влагозащитных лаков бывают. Влагозащитные покрытия разделяют на две большие группы: уретановые и акриловые. Внутри этих групп идет более узкое деление: по вязкости (лак/гель), основе (вода/растворитель), способу применения, наличию сертификата UL. В отдельную группу можно выделить покрытия ультрафиолетового отверждения из-за специализированного метода отверждения, однако по своим характеристикам они ближе к уретановым покрытиям. Сложно не запутаться в таком многообразии, учитывая, что разных типов лаков более 50 вариантов. Поэтому у технологов очень часто возникают вопросы по методике правильного выбора влагозащитных покрытий.

Для выбора влагозащитного покрытия не существует определенных регламентов, методологии или правил, поскольку процессы производства электроники специализированы и зачастую крайне индивидуальны. Но существуют общие рекомендации, благодаря которым можно упростить процесс выбора. Схематично алгоритм выбора влагозащитного покрытия представлен на рис 1. Однако данную схему необходимо дополнить комментариями. Сначала требуется определить диапазон рабочих температур, в которых будет эксплуатироваться электроника. Так как мы говорим о полимерных лаках, диапазон допу-



2

Методы нанесения влагозащитных покрытий – ключевые факторы

стимых рабочих температур у них составляет от -65 до +125 С. Если температурные условия превышают 125 С, то следует рассматривать силиконовые влагозащитные покрытия.

Далее необходимо определить требования к химической стойкости, т.е. будет ли печатный узел подвергаться воздействию химических веществ, солей, грибковых образований и т.п. Наибольшая устойчивость к воздействию химических веществ заявлена для уретановых лаков и лаков ультрафиолетового отверждения, а вот акриловые покрытия рекомендуется использовать только для защиты от повышенной влажности.

Следующий шаг – определить желаемый или требуемый тип полимеризации или отверждения. Под существующие способы отверждения (воздухом, влажностью, температурой, ультрафиолетом) или их комбинацию подходят определенные типы покрытий. Как правило, данная информация указана в листе технической информации на продукт. Если возникли затруднения, настоятельно рекомендуем воспользоваться консультацией специалиста.

По способу или методу нанесения ограничений меньше, но они все же есть. Для большинства методов нанесения (кистью, распылением, селективным нанесением, окунанием) подходят практически все влагозащитные покрытия. Тем не менее, лаки на водной основе, как правило, ограничены для применения на установках селективного нанесения, а лаки ультрафиолетового отверждения не рекомендуется наносить методом окунания. Метод нанесения влагозащитного покрытия оказывает определяющее воздействие на себестоимость единицы изделия и стоимость технологического процесса в целом. Все производственные факторы учесть очень сложно, но можно ориентироваться на два ключевых: сложность печатного узла и серийность (рис 2).

## Т 1

## Сравнение методов нанесения влагозащитных покрытий

МЕТОД НАНЕСЕНИЯ	КИСТЬ	РАСПЫЛЕНИЕ	СЕЛЕКТИВНОЕ НАНЕСЕНИЕ	ОКУНАНИЕ
Акриловые	Да	Да	Да	Да
Полиуретановые	Да	Да	Да	Возможно
На основе растворителей	Да	Да	Да	Да
На водной основе	Да	Да	Нет (как правило)	Да
УФ-отверждение	Да	Да	Да	Да (в зависимости от оборудования)
Преимущества	Низкие затраты	Средние затраты	Высокая скорость и повторяемость	Высокая скорость, покрытие с двух сторон
Недостатки	Зависимость от оператора	Избыток лака, маскирование	Высокие капитальные затраты	Дизайн плат

Ручное нанесение и нанесение путем распыления – две самые распространенные технологии нанесения влагозащитных покрытий. Их преимущества в том, что они не требуют серьезных инвестиций в оборудование, просты в применении, подходят для печатных узлов разной сложности. Однако они имеют и свои недостатки: низкая повторяемость процесса, высокий расход материала, невысокая производительность, отсутствие контроля толщины покрытия.

При средней и высокой серийности производства рекомендуется рассмотреть нанесение влагозащиты окунанием и селективным методом. К преимуществам можно отнести низкие переменные затраты, высокую производительность, контроль толщины покрытия. Недостатки – более высокие затраты на оборудование, создание специализированного программного обеспечения и требования к высокой квалификации персонала. Сравнение различных методов нанесения в обобщенном виде приведено в **Т 1**.

Итак, можно считать, что с выбором покрытия мы определились и остановились на нескольких вариантах. Но в итоге выбор надо сделать в пользу одного продукта, и его цена здесь играет не последнюю роль. А цена за единицу измерения (как правило, литр) зачастую оказывает определяющее влияние на выбор и сравнение различных лаков. В условиях жесткой конкуренции и стремлении снизить производственные затраты производители электроники при выборе ориентированы на минимальную стоимость за литр. В этом нет ничего плохого, но, если не учитывать некоторые технические моменты, самый дешевый продукт может оказаться дорогим и наоборот: **ЦЕНА ≠ СТОИМОСТЬ**.

При выборе и сравнении влагозащитных покрытий часто не учитывается такое свойство материала как

содержание твердых частиц. Твердые частицы – это основа лака, которая после полимеризации остается на поверхности печатного узла. Их содержание может существенно различаться в зависимости от продукта. Исторически все защитные покрытия производят с содержанием частиц меньше 100 % по нескольким причинам:

- для снижения вязкости с целью удобного нанесения;
- для повышения адгезионных свойств путем добавления специальных присадок.

Более 75 % влагозащитного покрытия составляют различные присадки и агенты, которые не влияют на конечные свойства покрытия, но критически необходимы для производственного процесса. Таким образом, сравнение цены без учета содержания количества твердых частиц во влагозащитном покрытии получится некорректным. Давайте рассмотрим это на примере **Т 2**.

Покрытия ультрафиолетового отверждения, как правило, существенно дороже традиционных акриловых или уретановых и нередко вызывают «ценовой шок» у представителей отделов закупок. Но по факту покрытия УФ-отверждения могут обеспечить большую выгоду и наименьшие затраты на единицу изделия в процессе производства.

Конечно, УФ-покрытия подходят не для каждого технологического процесса и требуют специализированного оборудования. Но приведенная выше методика эффективна также и для сравнения традиционных влагозащитных покрытий. Очень яркий пример можно привести с влагозащитными покрытиями в аэрозольных баллонах. Это довольно популярный и, на первый взгляд, выгодный способ защитить печатный узел

Т 2

Сравнение цены с учетом содержания твердых частиц во влагозащитном покрытии

ВЛАГОЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ	СОДЕРЖАНИЕ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ	ЦЕНА	СТОИМОСТЬ
Покрытие на основе синтетического каучука	25 %	₽X/литр	X/.25 = ₽4X
Уретановое покрытие на основе растворителей	40 %	₽1,1X/литр	1.1X/.40 = ₽2.75X
Покрытие ультрафиолетового отверждения	100 %	₽2X/литр	2X/1.0 = ₽2X

уретановым или акриловым лаком из аэрозольного баллона. Но давайте обратимся к нашему опыту и проанализируем количество твердых частиц. Количество твердых частиц в стандартном аэрозольном баллоне составляет порядка 6–8 %. Но помимо баллона в лаке еще присутствует пропеллент-вытеснитель, чтобы пользователь смог его распылять (рис 3). Поэтому из заявленных 250 или 400 мл объема баллона самого лака, по факту, находится гораздо меньше. С учетом всех этих факторов стоимость покрытия площади печатного узла в пересчет на литры увеличивается в 4–6 раз по сравнению со стандартным методом ручного нанесения или распыления через пульверизатор.

Безусловно, существует еще множество факторов, которые можно и нужно принимать во внимание при выборе влагозащитных покрытий: компетенции поставщика, уровень сервиса и технологической

поддержки, репутация и профессионализм компании, технологичность и свойства материала, требования по безопасности для персонала и так далее. Но так как вопросы цены и стоимости имеют первостепенное значение, необходимо под разными углами оценивать задачи по выбору технологических материалов и правильно интерпретировать цену в стоимость. ▢

**ООО «Остек-Интегра» является официальным эксклюзивным дистрибьютором компаний DOW (влагозащитные покрытия под маркой Dowsil®) и Chase Corporation (влагозащитные покрытия под маркой HumiSeal®). Накопленный опыт и знания, широкая номенклатура материалов, наличие сертифицированного специалиста IPC и собственного отдела технологической поддержки, доступ к исследовательским центрам мирового уровня позволяют компании решать индивидуальные уникальные задачи различного уровня сложности.**



3

Конструкция аэрозольного баллона

*По любым вопросам, касающимся технологических материалов и связанных с ними процессов, обращайтесь по телефону ООО «Остек-Интегра»: +7 (495) 788-44-44 или по электронной почте: materials@ostec-group.ru. Ознакомиться с основной номенклатурой поставляемых технологических материалов можно на сайте [www.ostec-materials.ru](http://www.ostec-materials.ru).*