

Влагозащитное покрытие печатных узлов — автоматизация процесса

Для обеспечения высоких требований по надежности аппаратуры специального назначения в широком диапазоне температур, влажности и других условий эксплуатации необходима влагозащита печатных узлов, входящих в ее состав.

Евгений Козлов

Enya80@mail.ru

До недавнего времени в качестве влагозащитного материала наша организация применяла широко известный лак УР231. Все операции по влагозащите печатных узлов, такие как отмывка перед лакировкой, нанесение влагозащитного покрытия и визуальный контроль, проводятся, как правило, вручную. Это существенные затраты людских ресурсов и материалов, при этом не избежать влияния субъективного фактора. С увеличением объемов производства изделий, требующих обязательного селективного покрытия влагозащитным материалом, а также с ужесточением требований по электрическим параметрам и к внешнему виду печатных узлов возникла острая необходимость автоматизации процесса нанесения влагозащитных покрытий — для снижения трудозатрат.

Плохая приспособленность лака УР231 для этих целей — следствие из его технологических свойств:

- Ограниченный срок жизни материала — до 5 часов.
- Невозможность селективного нанесения, в связи с чем требуется предварительная подготовка печатного узла, заключающаяся в маскировании мест, куда лак не должен попадать.
- Необходимо дозированное смешивание компонентов — 2-компонентный лак.
- Минимальное количество слоев — 2, для проявления наилучших влагозащитных свойств требуется увеличение количества слоев до 5–6 (из-за высоких внутренних напряжений при полимеризации лак наносится только тонкими слоями).

- Продолжительность отверждения каждого слоя покрытия составляет не менее 8 часов при температуре 65 °С.
- Качество нанесения покрытия не имеет повторяемости и контролируется только визуально.
- После полной полимеризации лак можно удалить только механически и лишь с ограниченных участков: лак плохо ремонтпригоден.
- Из недостатков лака УР231 вытекает, что:
 - Он не соответствует современным требованиям, предъявляемым к материалам, используемым в высокопроизводительном производстве РЭА специального применения.
 - Не приспособлен для селективного автоматического способа нанесения.

Современный материал для влагозащиты должен соответствовать следующим требованиям:

- Максимальная автоматизация всех операций по селективному нанесению влагозащитного покрытия.
- Новый материал должен быть, по крайней мере, не хуже по своим физическим и электрическим параметрам, чем лак УР231.

В настоящее время на рынке существует множество различных влагозащитных покрытий, каждое со своими преимуществами и областями применения. Мы остановили свой выбор на уретановом влагозащитном покрытии фирмы Concoat Humiseal — UV40, учитывая оптимальное соотношение его физических, электрических и технологических характеристик.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики лаков УР231 и UV40.

Судя по данным таблицы, лак UV40 имеет лучшие электрические, химические, физические и технологические характеристики, что и оказало влияние на принятие решения о его внедрении.

Технологические характеристики лака UV40 таковы:

- Метод отверждения — двойной механизм: отверждение УФ-излучением с термическим воздействием.
- Время УФ-сушки до состояния не липкости — 10–30 с.
- Время до приобретения покрытием всех свойств при комнатной температуре — 2 дня.

Таблица 1. Сравнительные характеристики лаков УР231 и UV40

Свойство	УР231	UV40
Вязкость, сП	30–100	700
Время сушки, одного слоя	При температуре окружающего воздуха не менее 9 часов, при температуре 65 °С — не менее 8 ч	УФ-отверждение 10–30 с
Время жизни в оборудовании нанесения при н.у.	5 ч	6 мес.
Диапазон рабочих температур, °С	–65...+120	–65...+150
Объемное сопротивление изоляции, Ом·см	1×10^{14}	8×10^{14}
Диэлектрическая проницаемость	4	2,5
Тангенс угла ДЭ потерь при частоте 1 МГц	0,3	0,01
Стойкость к химическим воздействиям и растворителям	Хорошая	Хорошая
Ремонтпригодность	Плохая	Хорошая

- Материал однокомпонентный, не требует дополнительного приготовления, поставляется в готовом виде.
- Возможность автоматизации процесса селективного нанесения на печатный узел — длительный срок жизни в оборудовании.
- Нанесение производится в один слой толщиной до 200 мкм.
- Обладает хорошей ремонтопригодностью.
- Возможность контроля селективности нанесения с помощью лампы УФ-подсветки малой мощности.

Переход на новый материал потребовал разработки нового технологического процесса с учетом автоматизации.

Основные операции, входящие в состав технологического процесса по селективному нанесению влагозащитного покрытия на печатные узлы:

1. Отмывка печатного узла от поверхностных загрязнений специальными отмывочными жидкостями.
2. Селективное нанесение влагозащитного покрытия в автоматическом режиме.
3. Визуальный контроль качества нанесения покрытия с помощью лампы УФ-подсветки.
4. Предварительное УФ-отверждение.
5. Выходной контроль.
6. Окончательное отверждение в течение 2 суток.

В рамках нового технологического процесса были проведены следующие мероприятия:

1. Для нанесения влагозащитного покрытия была оборудована отдельная чистая комната.
2. Были введены в эксплуатацию: установка селективного нанесения влагозащитного покрытия Century C-341 компании Asymtek и печь ультрафиолетового отверждения влагозащитных покрытий.
3. Оборудовано рабочее место визуального контроля качества нанесения влагозащитного покрытия с помощью лампы УФ-подсветки.
4. Разработан и внедрен технологический процесс по автоматическому селективному нанесению влагозащитного покрытия.

Необходимость оборудования чистой комнаты связана с тем, что требуется исключить попадание различных посторонних частиц на поверхность печатного узла между операциями подготовки и нанесения влагозащитного покрытия. Лак UV40 в процессе технологических манипуляций нужно защищать от воздействия естественного света, так как дневной свет содержит существенную УФ-составляющую, которая может инициировать его отверждение до окончания операции нанесения. Это накладывает дополнительные требования к помещению по защите от проникновения дневного света.

Рассмотрим более подробно каждую операцию технологического процесса селективного нанесения влагозащитного покрытия на печатные узлы.

Отмывка печатных узлов от различного вида загрязнений производится специальными технологическими отмывочными жидкостями. Часто выбор технологии отмывки и типа от-



Рис. 1. Установка селективного нанесения влагозащитного покрытия Century C-341 компании Asymtek

мывочной жидкости бывает затруднен, так как имеет место технологический разрыв между монтажом компонентов и нанесением влагозащиты, необходимый для проведения электронной и программной наладки. Поскольку эти операции, как правило, проводятся в других (не производственных) подразделениях либо даже на других предприятиях, бывает трудно идентифицировать появившиеся в результате этих работ загрязнения.

В разработанном техпроцессе в качестве отмывочной применена жидкость Zestron FA+.

Процесс отмывки состоит из нескольких этапов:

- выдержка печатного узла в отмывочной жидкости с последующей отмывкой кистью;
- ополаскивание деионизированной проточной водой;
- продувка печатных узлов с компонентами с целью удаления остатков загрязнений из-под корпусов микросхем.

Сушка печатных узлов производится в сушильном шкафу при температуре 65 °С в течение 30 мин.

В перспективе стоит задача автоматизировать процесс отмывки печатных узлов. Это позволит исключить человеческий фактор из процесса, а следовательно, улучшить качество продукции. А главное — существенно сократить трудозатраты на операцию.

Нанесение влагозащитного покрытия осуществляется на установке селективного нанесения влагозащитного покрытия Century C-341 компании Asymtek (табл. 2), представленной на рис. 1. Программное обеспечение, входящее в базовую комплектацию, обеспечивает легкость создания рабочих программ и контроль процесса нанесения. Изменение режима дозирования может осуществляться «на лету», без прерывания работы, тем самым сокращается время переналадки оборудования.

Таблица 2. Основные характеристики установки Century C-341

Параметр	Значение
Максимальная рабочая область, мм	457×400
Точность позиционирования модуля нанесения покрытия	±0,13 мм
Скорость нанесения материала	До 500 мм/с
Программное обеспечение	Easy Coat для WindowsXP

Влагозащитное покрытие на печатный узел наносится селективно, без предварительной подготовки по маскированию мест, не требующих покрытия, — разъемов, крепежных отверстий и т. д. Это позволяет значительно сократить трудозатраты на подготовку производства, которые сводятся только к составлению программ позиционирования модуля нанесения. Составление программы занимает 20–40 мин, в зависимости от сложности изделия.

Установка оснащена модулем SC-300 “Swirl coater” (рис. 2), который позволяет наносить покрытие в трех режимах:

- струйный режим;
- режим закрученной струи;
- режим распыления.



Рис. 2. Модуль SC-300 “Swirl coater”

Применяя струйный режим, можно наносить покрытие в узких местах, близких к зонам, не требующим покрытия.

Режим закрученной струи позволяет наносить влагозащитное покрытие на торцевую поверхность больших компонентов.

Режим распыления следует использовать при нанесении влагозащитного покрытия тонким слоем на обширные поверхности печатного узла за исключением мест, не требующих покрытия.

С помощью модуля SC-300 "Swirl coater" можно наносить покрытие толщиной 15–200 мкм.

После нанесения влагозащитного покрытия печатный узел передается на рабочее место визуального контроля. Оно оснащено лампой УФ-подсветки и микроскопом. Наличие в лаке специальных добавок позволяет при слабой УФ-подсветке увидеть места, не покрытые лаком, брызги и т. п.

Предварительная полимеризация влагозащитного покрытия осуществляется в печи ультрафиолетового отверждения. Мы применяем печь конвейерного типа с возможностью

встраивания в линию. Отверждение печатных узлов «на отлип» происходит в течение 10–30 с. После этого печатные узлы можно подвергать дальнейшим технологическим манипуляциям. Окончательная полимеризация и набор физических и электрических характеристик происходит в течение 2 суток.

На выходном контроле проверяется соответствие качества нанесения и отверждения влагозащитного покрытия требованиям конструкторской документации. В партии изделий до 10 шт. проверяется каждый печатный узел, в партиях больше 10 шт. осуществляется выборочный выходной контроль.

Во время внедрения и применения лака UV40 были проведены экспериментальные работы по проверке его на ремонтпригодность. Действительно, лак легко снимается при нагреве печатного узла до температуры 180 °С термофеном локально. После нагрева неостывший лак легко снимается «чулком», практически не оставляя следов, с поверхности печатного узла. После выполнения ремонтных операций печатный узел можно

снова селективно покрывать влагозащитным материалом.

Автоматизация процесса нанесения влагозащитного покрытия на печатный узел и внедрение в качестве основного материала лак UV40 позволили:

- Уменьшить трудозатраты на проведение операции.
- Сократить срок выхода готовых изделий.
- Несмотря на то, что лак UV40 несколько дороже лака UP231, нанесение его с помощью специальной установки позволило сократить его расход, что в итоге привело к общему снижению итоговой стоимости изделия.
- Получить более качественное влагозащитное покрытие, отвечающее современным требованиям к электронным модулям по электрическим, физическим параметрам, внешнему виду и стойкости к эксплуатационным воздействиям.

В заключение следует отметить, что применение лака UV40 соответствует стандарту MIL-I-46058C, а также IPC-CC-830B.