

# Учебное пособие Dow Corning. Влагозащитные покрытия



Влагозащитные покрытия – материалы, которые наносятся тонкими слоями (как правило, несколько тысячных дюйма или доли миллиметра) на печатные платы или другие подложки. Они обеспечивают защиту от воздействий окружающей среды и механических воздействий, таким образом, значительно увеличивая срок работы компонентов и электрических схем. Влагозащитные покрытия традиционно наносятся погружением, пульверизатором или простым наливом, а также все чаще посредством устройств, осуществляющих селективное и автоматизированное нанесение.

Влагозащитные покрытия защищают электронные печатные платы от воздействия влаги и загрязняющих веществ, предотвращая возникновение коротких замыканий, коррозии проводников и паяных соединений. Также они сводят к минимуму рост дендритов и электромиграцию металла между проводниками. Кроме того, использование влагозащитных покрытий защищает схемы и компоненты от абразивного износа и воздействия растворителей, а также обеспечивает снятие напряжений и поверхностное сопротивление изоляции печатной платы.

## Инструкция по влагозащитным покрытиям - варианты

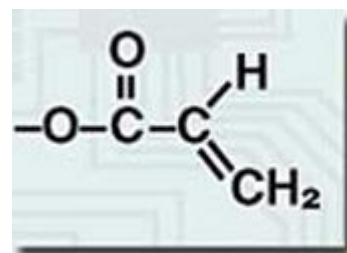
### Варианты влагозащитных покрытий

Наиболее конкурентными вариантами влагозащитных покрытий являются материалы, выполненные на основе: **акриловых полимеров, эпоксидных смол, уретанов, параксilenов или силиконов**



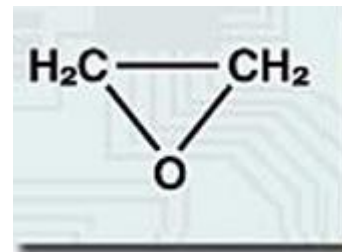
### Акриловые полимеры

Как правило, акриловые покрытия содержат растворители и легко ремонтируются. Данные покрытия не являются дорогими, но теряют свою конкурентоспособность с ужесточением нормативных требований и норм безопасности, связанных с использованием растворителей. Такие покрытия являются прочными, твердыми и прозрачными, но не обладают способностью к защите от химических веществ. Они обладают достаточно долгим сроком годности, т.к. есть возможность добавления дополнительного растворителя для поддержания вязкости на должном уровне. Материалы абсорбируют немного влаги и быстро сохнут.



## Эпоксидные смолы

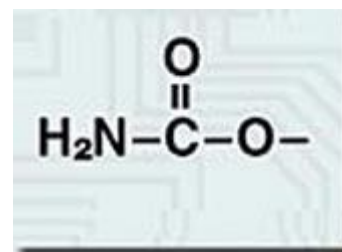
Эпоксидные покрытия являются очень твердыми, как правило, непрозрачными и обеспечивают хорошую влагозащиту. Они обладают высокой стойкостью к химическому воздействию и износостойкостью, но могут оказывать давление на компоненты под воздействием предельных температур. При обращении с отвердителями может потребоваться соблюдение дополнительных мер безопасности. Перепады температур могут привести к значительным перепадам по вязкости и сложностям в рамках контроля времени выдержки и толщины покрытия.



## Уретаны

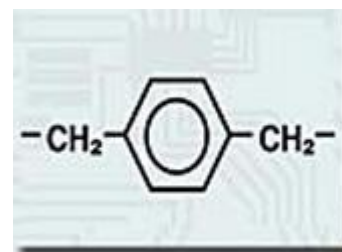
Уретановые покрытия являются прочными, твердыми и обеспечивают отличную защиту от воздействия растворителей. Помимо отличной износостойкости и низкой влагопроницаемости, данным материалам свойственна отличная гибкость при низких температурах.

Использование данных материалов ограничивается их низкой жаропрочностью и трудностью восстановления.



## Параксилены

Покрытия из параксилена отличаются высокой однородностью и обеспечивают отличное покрытие стырьков. К недостаткам можно отнести высокую стоимость, чувствительность к воздействию загрязняющих веществ и необходимость применения метода нанесения с использованием вакуума.



## Силиконы

Кремнийорганические покрытия (силиконы) варьируются от упругопластичных (прочных, износостойких) до мягких, высокоэластичных (обеспечивающих снятие напряжений) материалов.

Они обладают следующими характеристиками:

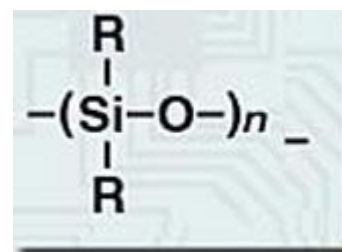
горячее отверждение или отверждение при комнатной температуре; практическое применение в рамках очень широкого температурного диапазона;

хорошая влагостойкость;

возможность использования различных видов обработки;

высокая ремонтпригодность;

низкая токсичность.



## Как силиконы защищают электронные изделия

Коррозия возможна при скоплении и длительном воздействии водного конденсата на электронное изделие. Всего несколько ионов, растворенных в воде, повысят ее проводимость и приведут к возникновению электрохимических реакций, что, в свою очередь, приведет к коррозии металлов на цепи или образованию утечек тока между проводниками, в особенности при наличии переменных напряжений, присутствующих в электронных изделиях. Однако защита изделий силиконовыми материалами является одним из наиболее эффективных способов продления срока службы электроники в неблагоприятных эксплуатационных условиях. Силиконовые материалы десятилетиями используются в данной отрасли в рамках различных применений.

Один из ключевых моментов обеспечения защиты печатного узла, и прочих металлических поверхностей заключается в обеспечении надлежащей пропитки и сцепления затвердевшего силиконового материала со всеми поверхностями электронного устройства или модуля.

Вода легко блокируется на поверхности отвердевшего силиконового покрытия, но водяные пары, содержащиеся в воздухе, могут проникать в покрытие. Однако отсутствие полостей под покрытием, приводящих к скоплению влаги, исключает соответствующие отрицательные эффекты. Хорошее сцепление исключает наличие зазоров, в которых может скапливаться конденсат.

Помимо влагозащиты покрытия обеспечивают виброзащиту и защиту от различных загрязняющих веществ (пары, некоторые растворители, соляной туман).

В идеальной ситуации влагозащитные покрытия должны быть наделены максимальным количеством нижеперечисленных особенностей:

- однокомпонентный продукт;
- низкая вязкость;
- возможность нанесения распылением, погружением, возможность выборочного нанесения, нанесения струйным обливом;
- длительный срок годности;
- быстрое отверждение без образования побочных продуктов;
- достаточное отверждение под компонентом;
- ремонтпригодность;
- широкий диапазон эксплуатационных температур;
- отсутствие токсичности;
- низкая стоимость;
- высокая степень адгезии.

## Варианты нанесения

Все покрытия можно наносить традиционными методами погружения, распыления, обливом или кистью. При использовании большого объема материалов наилучшим образом подойдет распыление или погружение. При использовании малых объемов материалов можно использовать налив или нанесение кистью. При удалении различных видов растворителей, при отверждении покрытий повышенной толщины, или при отверждении под компонентами,

занимающими большую площадь, необходимо учитывать различия в механизмах отверждения.

С глобальной точки зрения значительные тенденции обусловлены требованиями по соблюдению экологических норм. Наблюдается стремление к отказу от использования растворителей, часто используемых с материалами, не относящимися к кремнийорганическим. Данная тенденция вызвала растущий интерес к отверждению эластомеров под нагревом и отверждению эластомеров при комнатной температуре. Также расширилось применение добавок, повышающих текучесть и не требующих отмытки, что привело к необходимости рассмотрения вопроса совместимости влагозащитных покрытий остатками флюсов, не требующих отмытки.

### Нанесение погружением

Процесс нанесения покрытия погружением обеспечивает полную герметизацию и является наименее дорогостоящим процессом при высоком объеме производства. Платы погружают в жидкое влагозащитное покрытие, извлекают, и избыточный материал стекает перед отверждением. При использовании данного метода сложность представляет нанесение маскировочного покрытия. На толщину нанесенного слоя влияет температура платы и ванны, скорость извлечения из ванны, температура отверждения и время стекания избыточного материала.



### Нанесение распылением

Нанесение распылением как правило, применяется при производстве в средних объемах, со средней или высокой производительностью. Затраты по нанесению материалов – от низких до средних. Маскирование выполнять проще, но большую сложность представляет нанесение распылением под компонентами. Также несколько повышен уровень обслуживания. На толщину нанесенного слоя влияет тип системы подачи, скорость линии, температура материала и применяемое давление при распылении.



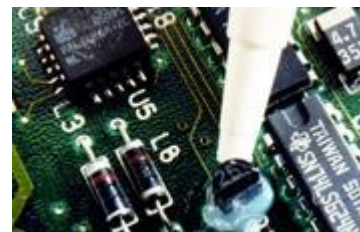
### Селективное нанесение

Селективное нанесение можно использовать при производстве в средних и высоких объемах, и такой метод зачастую позволяет не применять маскирование, т.к. материал распределяется только по выбранным зонам платы. При больших объемах в процессе нанесения используется более дорогостоящее оборудование, которое требует более тщательного обслуживания по сравнению с нанесением погружением или распылением. На толщину нанесенного слоя влияет вязкость, температура материала, применяемое давление и конфигурация дозирующей головки.



## Нанесение наливом или кистью

Нанесение наливом или кистью применяются при низких объемах производства или при выполнении ремонта. Затраты на оборудование являются крайне низкими. Покрытие просто наливается или наносится с помощью кисти на платы и затем отверждается.



Многие влагозащитные покрытия содержат добавки, упрощающие выполнение УФ-контроля для подтверждения полного покрытия печатной платы.



## Методы отверждения

После нанесения покрытия посредством одного из вышеперечисленных способов отверждение выполняется одним из нижеперечисленных методов, в зависимости от используемой линейки продукции.

### Отверждение при комнатной температуре

После нанесения покрытия отверждение производится при условиях с комнатной температурой (около 70°F/21°C и при 30-80% относительной влажности). Отверждение данных материалов производится посредством использования влаги, содержащейся в воздухе. Под воздействием воздуха начинается отверждение покрытия. В процессе отверждения выделяется 3-6% от общей массы метанола, поэтому необходимо обеспечить соответствующий уровень вентиляции.

Покрытие отверждается до отлипа в течение 5-60 минут (в зависимости от выбранного продукта и толщины покрытия). Полное отверждение влагозащитного покрытия со стандартной толщиной должно происходить в течение 24 часов.

При нанесении покрытия погружением в ванну ванна должна быть закрыта так долго, как это возможно, в частности, во время простоя. Изоляция сухим воздухом или азотом также продлевает срок службы материала в резервуаре. Если материал используется из исходного резервуара, то во время простоя его необходимо держать закрытым.

Простые процессы отверждения при комнатной температуре больше подходят к применениям в малых или средних объемах. Простой процесс отверждения невозможен при использовании покрытий без содержания растворителей, отверждение которых производится под нагревом.

### Ускорение отверждения при слабом нагреве

Все вышеперечисленные условия отверждения при комнатной температуре также справедливы для покрытий, ускорение отверждения которых производится при слабом нагреве. Однако после нанесения покрытия и выдерживания в течение нескольких минут при

комнатной температуре покрытый объект подвергается воздействию повышенной температуры (примерно до 60 °С) в течение 5-10 минут. Данная процедура позволяет добиться отверждения за более короткое время. Температурное воздействие может быть обеспечено в печи периодического действия или в конвейерной печи.

Данный процесс наилучшим образом применим в массовом производстве, но не подходит для применения с покрытиями без содержания растворителей, отверждение которых производится под нагревом.

### **Отверждение под нагревом при температурах более 100 °С**

Отверждение под нагревом производится при температурах свыше 100 °С, а не при более низких температурах, как было описано выше. Для отверждения покрытий без содержания растворителей, отверждение которых производится под нагревом, не требуется влага. Все компоненты, необходимые для отверждения, включены в поставленный материал. После нанесения отверждение покрытий выполняется всего лишь под воздействием повышенных температур. Температурное воздействие может быть обеспечено в печи периодического действия или в конвейерной печи.

### **Ремонтопригодность покрытий**

Схемы, покрытые силиконовыми влагозащитными покрытиями, можно ремонтировать. Это обеспечивает преимущество силиконовых материалов перед прочими конкурирующими с ними вариантами покрытий.

После удаления покрытия посредством методов, обеспечивающих вспучивание под воздействием растворителя или методов механической обработки, неисправный компонент можно распаять и демонтировать. Также можно использовать стандартные методы ремонта при помощи паяльника.

Для обеспечения нового соединения надлежащего качества, после удаления старого припоя площадь необходимо тщательно очистить тампоном с растворителем.

После монтажа компонента можно выполнить повторное нанесение покрытия.