

Рекомендації щодо конформного покриття

Андрій Григоревський, менеджер, «Філур Електрик, ЛТД»

E-mail: a.grygorevskyi@filur.net

Вологозахисні покриття (ВЗП), лаки для плат, фарби для плат — все це популярні назви одного продукту — конформного (від лат. *Conformis* — «подібний», «відповідний», «схожий») покриття. Саме конформність, тобто здатність повторювати контури поверхні плати, компонентів та вузлів, цього покриття робить його максимально придатним для застосування в електроніці. Особливо в широкому діапазоні температур, під час впливу погодних та фізичних факторів. Попит на захисні покриття призвів до появи на ринку широкого спектру ВЗП із часто схожими (вологозахист) та досить різними (хімічна стійкість, гнучкість при низьких температурах) характеристиками. В даній статті надано узагальнений опис вологозахисних конформних покриттів, що найбільш часто застосовуються в електроніці.

ЩО ТАКЕ КОНФОРМНІ ПОКРИТТЯ?

Конформні покриття — це прозорі гнучкі покривні матеріали, які після нанесення на друковані плати повністю повторюють їх складну геометрію, в тому числі і під час зміни температури навколишнього середовища у широкому діапазоні. Вони наносяться на друковані плати, щоб зробити їх міцнішими і тим самим продовжити термін служби виробу.

СТАНДАРТИ КОНФОРМНОГО ПОКРИТТЯ

Існує два основних стандарти для конформних покриттів: UL746E та IPC-CC-830. Стандарт конформного покриття UL746E включає серію діелектричних випробувань, які вимірюють ізоляційні властивості покриття після впливу навколишнього середовища, а також його вогнестійкість. Стандарт IPC-CC-830 був створений Інститутом друкованих плат (*Institute for Printed Circuits, IPC*) на заміну стандарту MIL-I-46058C, який був відмінений у 1998 році. Цей стандарт перевіряє стій-

кість покриття до термічного впливу, гідролітичне старіння, насичення вологою, стійкість до грибків та вогнестійкість.

ТИПИ КОНФОРМНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОКРИТТЯ

На даний момент існує вісім різних сімейств конформних покриттів, як зазначено в стандарті IPC-CC-830C. До них належать акрилові, поліуретанові, силіконові, епоксидні, УФ-покриття (УФ-отверджувані), парилєнові, ультратонкі та стирольні блок-сополімери. У таблиці 1 наведено переваги та недоліки, пов'язані з кожним типом покриття.

Вибір правильного методу покриття головним чином буде залежати від того, які сертифікати вам потрібні? Від яких основних екологічних проблем вам потрібен захист? Які ваші технологічні можливості? Зрештою, правильний вибір матеріалу покриття зводиться до розуміння всіх ваших вимог.

ЯК І ДЛЯ ЧОГО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ КОНФОРМНІ ПОКРИТТЯ?

Конформні покриття використовуються для подовження терміну служби друкованих плат, створюючи шар захисту від звичайних елементів навколишнього середовища, таких як волога, пил, бруд та грибок. Ці покриття мають відмінні діелектричні властивості, які допомагають запобігти спалаху та іскрінню, що дозволяє розташовувати доріжки на друкованих платах ближче одна до одної, що полегшує проектування менших та потужніших електронних вузлів.

ДЕФЕКТИ ТА ПРОБЛЕМИ КОНФОРМНОГО ПОКРИТТЯ

Дефекти, що виникають в конформних покриттях під час їх нанесення,

Таблиця 1. Властивості конформних покриттів

Матеріал	Переваги	Недоліки
Акрилові	Простота використання, низька вартість	Погана стійкість до розчинників
Поліуретан	Стійкість до стирання	Тривалий час висихання
Епоксидна смола	Хімічна стійкість і стійкість до подряпин	Важко використовувати та переробляти
Силікон	Стійкість до високих температур	Погана стійкість до розчинників
УФ-покриття	Дуже швидкий час висихання	Дорого, висока капітальна вартість
Парилєн	Повністю конформний і рівномірний	Дорого, складно наносити
Ультратонкі	Швидко затвердіння, хороша гідрофобність	Менший ступінь захисту поверхні, ніж у інших покриттів
Стирільний блок-сополімер	Чудовий захист від вологи	Погана стійкість до розчинників

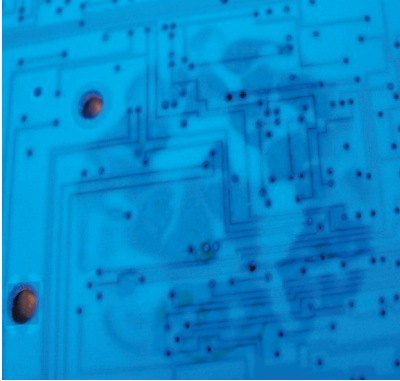


Рис. 1. Зневоложення конформного покриття

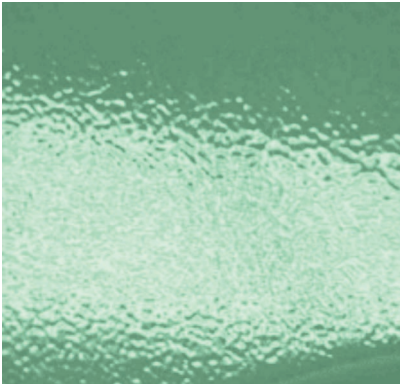


Рис. 2. «Апельсинова кірка» на поверхні конформного покриття

ті самі, що й під час нанесення будь-якої фарби чи лаку. Навчившись правильно наносити конформне покриття, ви зможете оптимізувати роботу та уникнути проблем на лінії фарбування. Нижче наведено короткий перелік найпоширеніших дефектів покриття та те, як їх можна усунути.

Зневоложення

Зневоложення відбувається, коли покриття не розподіляється по всій поверхні друкованої плати, а відтак заливає лише прилеглі ділянки (рис. 1). Це трапляється, якщо на поверхні залишаються звичайні залишки, такі як флюс, мастило, масло або мастильно-охолоджувальна рідина, які перешкоджають природному розтіканню покриття та не дають йому вирівнюватися. Рішення полягає в тому, щоб ретельно очистити основу, доки на ній не залишиться жодних забруднень.

«Апельсинова кірка»

Як випливає з назви, «апельсинова кірка» має вигляд нерівної, рельєфної поверхні, яка нагадує апельсинову кірку (рис. 2). Ця проблема виникає через техніку розпилення, а саме: занадто низький тиск розпилення, що призводить до

недостатнього розпилення, або через використання невідповідного розчинника. Уникайте «апельсинової кірки», використовуючи параметри розпилення та розчинники, рекомендовані в технічному паспорті продукту (*Technical Data Sheet, TDS*).

Пухирчаста поверхня

Пухирчаста поверхня (рис. 3) спричиняється трьома факторами:

- нанесення покриття під занадто сильним тиском, через що повітря проникає в товщу ще рідкого покриття;
- надто швидке висихання покриття, що не дає достатньо часу для вирівнювання та деаерації плівки;
- нанесення покриття занадто товстим шаром, що затримує вихід парів розчинника.

Щоб запобігти утворенню «пухирчастих поверхонь», уникайте товстих шарів; натомість збільшуйте товщину плівки шляхом послідовного нанесення кількох тонких шарів. Зверніться до технічного паспорта виробника для уточнення рекомендованих параметрів щодо розпилення та часу висихання для кожного продукту конформного покриття.

Риб'ячі очі

Риб'ячі очі виглядають як маленькі круглі грудочки з ямками в центрі (рис. 4). Зазвичай вони викликані забрудненням маслом і сміттям у лініях нанесення конформних покриттів. Щоб вирішити цю проблему, просто встановіть фільтр, який забезпечує використання лише чистого повітря для розпилення покриття.

Надмірне розпилення

Надлишок конформного покриття виникає, коли покриття випадково наноситься на неправильну ділянку. Це може статися, коли природна рухливість рідин із низькою в'язкістю дозволяє їм поширюватися на невідповідні ділянки (відомі як «розтікання» або капілярна дія), через помилку оператора або неконтрольоване змочування аерозольними рідкими покриттями. Спосіб вправлення — не намагайтеся уникнути надмірного розпилення, передбачте це та вживайте профілактичних заходів, а саме маскування.

Маскування (рис. 5) передбачає нанесення захисного матеріалу, такого як малярська стрічка або відшаровуваний латекс, на ділянки, де покриття небажане. Після нанесення покриття слід швидко видалити маску, перш ніж вона висохне, щоб запобігти небажаному віддаленню затверділого покриття.

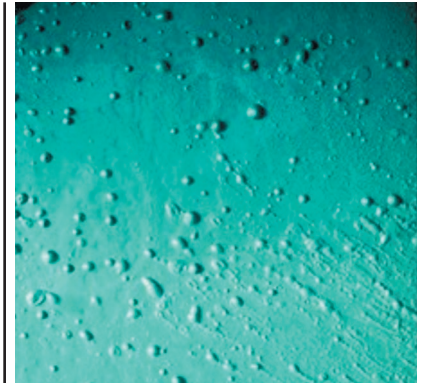


Рис. 3. Пухирчаста поверхня

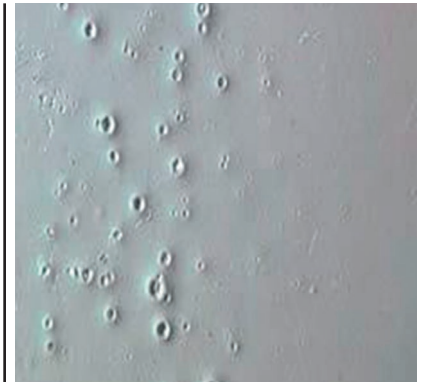


Рис. 4. Риб'ячі очі



Рис. 5. Маскування компонентів на друкованій платі

ПРОЦЕС НАНЕСЕННЯ КОНФОРМНОГО ПОКРИТТЯ НА ДРУКОВАНУ ПЛАТУ

Нанесення конформного покриття вимагає виконання кількох послідовних процесів для досягнення як належного покриття, так і естетичного вигляду фінішного шару.

Очищення друкованих плат

Для уникнення дефектів покриття, таких як зневоложення, і отримати гладку, однорідну плівку, плати необхідно ретельно очистити, щоб видалити небажані забруднення, такі як флюс,

жир і масло. Компанія Філур Електрик постачає широкий асортимент мийних засобів, використання яких допомагає гарантувати, що поверхні чисті та готові до однорідного покриття.

Маскування

Щоб запобігти розбризкуванню конформного покриття, коли покриття наноситься на небажані ділянки, такі ділянки мають бути замасковані в зонах, які не допускаються для нанесення. Маскування досягається або за допомогою простих матеріалів, таких як малярська стрічка, або за допомогою маски для припою, що відшаровується, наприклад MG 862. Важливо видалити маску одразу після нанесення та до того, як покриття затвердіє, щоб уникнути відшарування будь-якої частини покриття.

ОСОБЛИВОСТІ НАНЕСЕННЯ КОНФОРМНИХ ПОКРИТТІВ

Залежно від обсягу деталей, які потрібно покрити, і можливостей вашого підприємства, можна використовувати різні методи нанесення покриття.

Для дрібних ремонтів і невеликих робіт **нанесення щіткою або пензлем** є ідеальним способом, оскільки не вимагає підготовки. Він дуже точний і не потребує спеціальних навичок. **Занурення** також ідеально підходить для невеликих обсягів робіт, надійного проникнення покриття під компоненти та загалом швидкої обробки, але воно може вимагати інтенсивного маскування та може бути брудним.

Для масштабних проєктів важливого значення набуває метод **розпилення**, і він ідеально підходить, коли потрібні швидке виконання робіт, покращене покриття країв і краща рівномірність покриття.

Розпилення можна виконати за допомогою простого пневматичного розпилювача у спеціальній витяжній шафі. Однак цей спосіб потребує певного досвіду та може вимагати маскування. Процес розпилення можна оптимізувати за допомогою автоматизованого обладнання. Такі системи забезпечують швидкість і точність для максимізації пропускну здатності та мінімізації повторних робіт.

Затвердіння (висихання)

Існує три типи конформних покриттів, які класифікуються за механізмами затвердіння: термопластичні, термоактивні та УФ-отверджені (УФ-покриття). Термопластичні матеріали

включають акрил і гібридні силікон-акрилові покриття. Вони тверднуть шляхом фізичного висихання, оскільки розчинник просто випаровується, залишаючи плівку покриття. Ці покриття можна висушувати або за умов навколишнього середовища, або за допомогою нагрівання. Термоактивні матеріали — це матеріали, які піддаються хімічній реакції в рамках механізму затвердіння. Як і термопласти, вони, як правило, можуть тверднути в умовах навколишнього середовища. Однак для досягнення оптимальних властивостей і повного затвердіння ці покриття вимагають підвищених температур. Матеріали, що твердіють під дією ультрафіолетового випромінювання, — це акрилати та метакрилати, які твердіють під впливом певної довжини хвилі ультрафіолетового випромінювання.

Контроль якості

Під час перевірки конформних покриттів головним фактором є якість покриття. Це можна зробити швидко і легко за допомогою чорної лампи. Просто помістіть плату з покриттям під чорну лампу та перевірте, чи немає ділянок, які флуоресцюють синім.

ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ КОНФОРМНОГО ПОКРИТТЯ

Типова товщина сухої плівки конформних покриттів коливається від 1 до 5 міл (25.4–127 мкм) і може бути перевірена за допомогою наступних методів.

Мікрометр

Простий неруйнівний метод полягає у вимірюванні точок вздовж непокритої плати за допомогою каліброваних мікрометрів, а після нанесення покриття повторно вимірюються ці ж точки, різниця між якими і є товщиною покриття.

Позитектор

Менш трудомісткий неруйнівний метод, що використовує цифровий вимірвач товщини покриття, який вимірює зміни в магнітних або електричних полях для визначення товщини покриття. Хоча цей метод набагато швидший і простіший, він обмежений використанням на струмопровідних ділянках, і тому не може вимірювати товщину покриття на паяльній масці або інших ізольованих компонентах.

Аналіз мікрозрізів

Найпростішим неруйнівним інструментом для вимірювання товщини по-

криття є вимірювальний мокрий плівкомір з чорною лампою. Однак цей метод можна застосовувати лише для систем з високим вмістом твердої речовини, таких як УФ-покриття. Нарешті, для високоточних вимірювань товщини покриття можна застосувати аналіз поперечного перерізу, під час якого ділянку плати з покриттям вирізають і встановлюють у пластикову форму. Потім поперечний зріз полірується та аналізується під потужним мікроскопом для вимірювання товщини покриття в різних точках. Хоча цей метод забезпечує найточніші вимірювання, він вимагає багато часу та дорогого обладнання, а також руйнує зразок.

Доробка/ремонт

Іноді потрібний ремонт, щоб відремонтувати ділянки, де покриття було пошкоджене, відшароване або іншим чином видалене з плати. Зазвичай це відбувається на дуже невеликій площі, що вимагає точного нанесення. Тому ці ремонтні роботи зазвичай наносять пензлем, щоб локалізувати та обмежити повторне нанесене покриття на невеликій ділянці.

ПОРІВНЯННЯ КОНФОРМНИХ ПОКРИТТІВ

Особливості вибору, рекомендації

Вибір відповідного конформного покриття залежить від ваших потреб у матеріалах, а саме від того, які сертифікати (IPC чи UL) потрібні, які умови навколишнього середовища повинно витримувати покриття та якими є ваші технологічні можливості нанесення. Таким чином, конформні покриття слід оцінювати не за принципом «від кращого до гіршого», а скоріше за принципом «найкраще підходить». Наприклад, друкована плата, що встановлюється всередині приміщення, не потребує надзвичайного захисту, який забезпечує епоксидна смола, достатньо простого акрилового конформного покриття, яке захищає від пилу та стрибків струму. І, навпаки, встановлена під капотом автомобіля друкована плата потребує посиленого захисту епоксидними смолами або УФ-покриттям, які можуть впоратися з парами палива, дорожньою сіллю та частими ударами. Коли ви обираєте метод покриття, ви повинні оцінити його сильні та слабкі сторони з урахуванням ваших конкретних потреб.

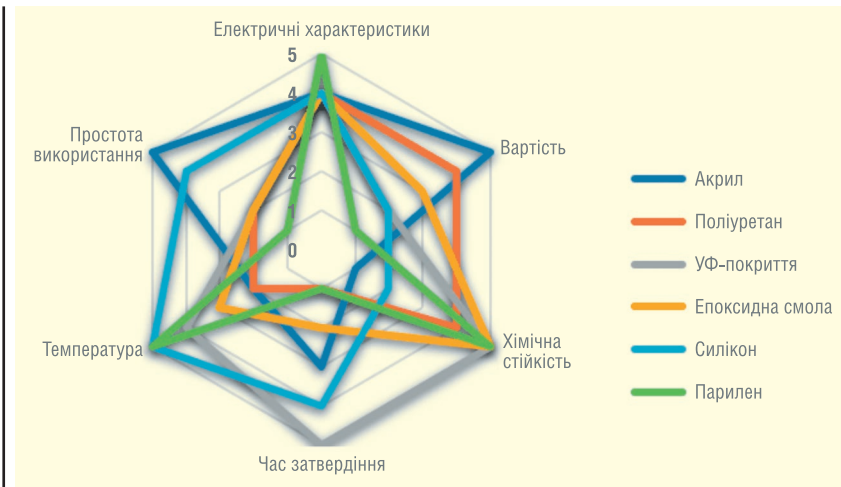


Рис. 6. Радарний графік порівняння 6 типів конформних покриттів

Сімейства конформних покриттів

Акрил. Акрил є чудовим матеріалом для м'яких умов експлуатації, де основними проблемами є періодичний вплив вологості, сольового туману, пилу та грибка. Його сильними сторонами є низька вартість, простота використання та перероблення. Його недолік — погана хімічна стійкість.

Поліуретан. Поліуретани забезпечують повний захист акрилу плюс деяку стійкість до хімічних розчинників, мають чудову стійкість до стирання та зберігають міцну адгезію за низьких температур. Їх недоліком є відносно довгий час затвердіння, що робить їх не ідеальними для застосування для великих обсягів робіт.

Епоксидна смола. Епоксидна смола забезпечує чудовий захист порівняно з акрилом, поліуретаном і силіконом. Вона захищає від звичайних забруднень, таких як волога, а також від агресивних хімічних речовин і стирання та допомагає захистити міцну адгезію від ударів. Нанесений матеріал може бути відносно громіздким, з тривалим часом затвердіння, тому її використання, як правило, обмежується застосуваннями, які потребують посиленого захисту.

Силікон. Силікони цінуються головним чином за стійкість до високих температур та еластичність. У порівнянні з більшістю інших типів конформних покриттів, вони мають винятково низький модуль пружності, що робить їх ідеальними для покриття делікатних пристроїв для поверхневого монтажу або для застосувань, що передбачають жорсткі термічні цикли. Силіконові покриття не використовуються, коли потрібен захист від оливо та інших розчинників, і іноді можуть бути непомірно дорогими порівняно з іншими продуктами.

УФ-покриття. Матеріали з УФ-отвердінням мають неперевершену швидкість затвердіння. Інші хімікати тверднуть годинами, а УФ-покриття тверднуть за лічені секунди, що допомагає забезпечити високу продуктивність, і робить їх ідеальними для великих проєктів. Однак, щоб повністю реалізувати їх переваги, потрібні значні капітальні витрати, зокрема автоматизоване обладнання для розпилення, радіометри та полімеризаційні лампи/конвеєрні системи. Отже, перш ніж вибрати УФ-покриття, слід провести ретельний аналіз витрат і вигод.

Парилен. Парилен відрізняється від будь-якої іншої технології (матеріалу) конформного покриття тим, що це порошок, який наноситься на друковані плати за допомогою процесу, відомого як хімічне осадження з парової фази. Цей процес вкрай трудомісткий і вимагає використання вузькоспеціалізованого обладнання. Проте затверділе покриття забезпечує неперевершену електроізоляцію, загальне покриття та термостійкість. Парилен використовується виключно тоді, коли потрібне повністю однорідне покриття.

На рисунку 6 наведено радарний графік, який допоможе полегшити вибір конформного покриття для ваших конкретних вимог.

Більш детальну інформацію можна отримати, звернувшись в ТОВ «Філур Електрик, ЛТД»:
02100, м. Київ,
вул. Гетьмана П. Полуботка,
22/14, 1-й пов.,
тел.: +38 (044) 495-75-75,
+38 (068) 496-75-75,
e-mail: office@filur.net,
www.filur.net

ПОКРАЩЕНЕ СИЛІКОНОВЕ ВОЛОГОЗАХИСНЕ ПОКРИТТЯ MG CHEMICALS 422C

MG 422C — це однокомпонентне акрилово-силіконове конформне покриття, яке після висихання утворює міцну, гнучку та гладку фінішну плівку. Легко наноситься і висихає на відліп всього за 10 хвилин. Низька в'язкість (14 сантипуаз) дозволяє цьому покриттю проникати між компонентами на платах з дуже щільним монтажем, а також між выводами мікросхем з малим кроком. Його можна зняти за допомогою відповідного засобу для зняття конформного покриття (MG 8309 або 8310A) або пропаяти наскрізь для ремонту чи переробки.

Це гідроізоляційне покриття для друкованих плат мінімально навантажує компоненти під час термічного циклу, що робить його ідеальним для застосувань, які потребують широкого діапазону температур. Воно забезпечує надійний захист від вологи, корозії, грибка, бруду, пилу, теплового удару, короткого замикання, висковольтної дуги та статичного розряду.

Це покриття для гідроізоляції друкованих плат є найкращим вологозахисним покриттям у випадках, коли потрібен захист від вологи друкованої плати, широкий діапазон робочих температур і гнучкість. Це чудовий вибір для гідроізоляції FPV (англ. first-person view — вид від першої особи) електроніки та дистанційних систем, таких як дрони та автомобілі з дистанційним керуванням.

Для проведення контролю якості нанесення у покриття внесені УФ-флуоресцюючі частинки, що дозволяють визначити зони, в яких наявне відшарування або відсутність покриття.

Особливості та переваги:

- сертифікований UL94 V-0 (файл № E203094);
- діапазон робочих температур — від -40 до $+200$ °C;
- флуоресцює під УФ-А світлом;
- підходить для нанесення обладнання для селективного нанесення покриття;
- доступне у зручному аерозольному форматі;
- стійкість до корозії;
- час висихання до обробки — 10 хв.;
- час висихання до нанесення наступного шару — 2 хв.;
- теоретична покриваність при товщині шару 25 мкм — 58 900 см²/л.