

## **ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ВУЗЛІВ ЕА ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

**ст. гр. РЕА-12Д Свербіненко В.С.,  
д.т.н., проф. Смолий В.М.**

*СНУ ім. В. Даля  
(м. Севєродонецьк)*

Характер і інтенсивність дії зовнішніх дестабілізуючих чинників залежать від методів використання і об'єкту установки радіоелектронної апаратури. По виду об'єкту установки РЕА можна розділити на три групи: стаціонарні, такі, що транспортуються і портативні.

Транспортовані РЕА, – це апаратура, що встановлюється і експлуатується на сухопутному, водному, повітряному транспорті і космічних апаратах (РЕА 3-, 4-, 5- і 8-й груп). Специфіка роботи цього виду апаратури зумовлює підвищену дію механічних чинників. Кожен вид транспорту має власні вібраційні характеристики. Для попередження ушкодження такой РЕА потрібне, щоб уся вона і окремі її частини мали власні частоти коливальних поза діапазоном частот вібрації того транспортного засобу, на якому вона експлуатується або перевозиться. На РЕА, встановлену на автомобільному транспорті, можуть діяти вібрація частотою до 200 Гц і удари, викликані нерівною дорогою. При русі залізничного транспорту можливі раптові поштовхи, як наслідок зміни швидкості руху (при маневруванні виникають удари з прискоренням до 40g). Биття коліс об стики рейок викликають вібрацію з частотою до 400 Гц при прискоренні до 2g. Особливо жорстким діям піддається конструкція РЕА, яка експлуатується на гусеничному транспорті (танках, транспортерах, самохідній артилерії, тракторах). Тут внаслідок «стукання» гусениць частота вібрацій може доходити до 7000 Гц з амплітудою  $\pm 0,025$  мм. Удари, викликані нерівною дорогою, віддачею знаряддя при пострілі, попаданням снаряда в корпус, можуть бути великої сили і супроводжуватися вібрацією. Крім того, постійна дія акустичного шуму з рівнем до 150 дБ.

Для транспортних РЕА найбільш ефективно використовувати друковані плати та друковані вузли. **Друкований вузол** – друкована плата з механічно і електрично сполученими електронними компонентами і виконаним паянням.

**Друковані плати** - це елементи конструкції, які складаються з плоских провідників у вигляді ділянок металізованого покриття, розміщених на діелектричній основі і таких, що забезпечують з'єднання елементів електричного ланцюга. Вони отримали широке поширення у виробництві модулів, осередків і блоків РЕА завдяки наступним перевагам в порівнянні з традиційним об'ємним монтажем провідниками і кабелями:

- підвищена стійкість і кліматичним і механічним діям;
- підвищення щільності розміщення компонентів і щільності монтажних з'єднань, можливість істотного зменшення габаритів і ваги виробів;
- збільшення надійності вузлів, блоків і пристрою в цілому;
- зниження трудомісткості, матеріаломісткості і собівартості.

До недоліків слід віднести складність внесення змін до конструкції і обмеженої ремонтпридатності.

#### **Види друкованих плат:**

1. За кількістю шарів провідного матеріалу: односторонні, двосторонні, багатошарові (БДП).
2. За гнучкістю: жорсткі, гнучкі.
3. За технологією монтажу: для монтажу в отвори, для поверхневого монтажу.

Кожен вид друкованої плати може мати свої особливості, у зв'язку з вимогами до особливих умов експлуатації (наприклад, розширений діапазон температур) або особливості застосування (наприклад, в приладах, що працюють на високих частотах).

#### **Розробка друкованих плат**

При конструюванні РЕА на друкованих платах використовують такі методи. Моносхемний застосовують для нескладної РЕА. У тому випадку вся електрична схема розташовується на одній ПП. Моносхемний метод має обмежене застосування, тому що дуже складні ПП незручні під час налаштування та ремонту РЕА.

Схемно-вузловий метод застосовують при виробництві масової та серійної РЕА.

При цьому методі частина електричної схеми, що має чіткі вхідні та вихідні ланцюга (каскади УВЧ, ППЧ, блоки розгортки і т.п.), розташовується на окремій платі. Ремонтпридатність таких виробів більше. Недолік – складність системи сполучних проводів, що зв'язують окремі плати.

Функціонально-вузловий метод застосовують в РЕА з використанням мікроелектронних елементів. При цьому ПП містить провідники комута-

ції функціональних модулів в єдину схему. На одній платі можна зібрати дуже складну схему. Недолік цього методу - різке збільшення складності ПП. Уряді випадків всі провідники не можуть бути розташовані на одній і навіть обох сторонах плати. При цьому використовують багатошарові друковані плати МПП, об'єднують в єдину конструкцію кілька шарів друкованих провідників розділених шарами діелектрика. Відповідно до ДСТУ розрізняють три методу виконання ПП:

- ручний;
- напівавтоматизований;
- автоматизований.

Кращими є підлози автоматизований, автоматизований методи.

### **Виготовлення друкованих плат**

Типовий процес розробки 1-2-х шарової плати складається з наступних етапів:

1. Визначення габаритів (не принципово для макетної плати).
2. Вибір товщини матеріалу плати з ряду стандартних: найбільш часто використовується матеріал товщиною 1,55 мм.
3. Викреслювання в САD-програмі в шарі BOARD габаритів (країв) плати.
4. Розташування великих радіодеталей: роз'ємів та ін. Зазвичай це відбувається у верхньому шарі (TOP): зазвичай використовуються готові бібліотеки компонентів.
5. Запуск трасувальника. При незадовільному результаті - перерозподіл компонентів. 4 і 5 кроки часто виконуються десятки або сотні разів поспіль. У деяких випадках трасування друкованих плат проводиться вручну повністю або частково.
6. Перевірка плати на помилки (DRC, Design Rules Check): перевірка на зазори, замикання, накладення компонентів і ін.
7. Експорт файлу у формат, прийнятий виробником ПП, наприклад Gerber.

Під виготовленням друкованих плат зазвичай розуміють обробку заготовки (фольгованого матеріалу). Типовий процес складається з декількох етапів: свердління перехідних отворів, отримання малюнка провідників шляхом видалення надлишків мідної фольги, металізація отворів, нанесення захисних покриттів і лудіння, нанесення маркування.

### **Серійність виробництва**

Дрібносерійне виробництво характеризується широтою номенклатури і одиничним або малим обсягом випуску виробів. При цьому під обсягом випуску мається на увазі кількість виробів певних найменувань, типорозміру і виконання, що виготовляються підприємством або його підрозділами впродовж планованого інтервалу часу, процес виготовлення

яких не повторюється або повторюється через невизначений проміжок часу. На підприємствах дрібносерійного виробництва кількість виробів, що випускаються, і розміри операційних партій заготівель і складальних одиниць, що поступають на робочі місця для виконання технологічних операцій, обчислюються штуками і десятками штук. На робочих місцях виконуються різноманітні технологічні операції, що повторюються нерегулярно або що не повторюються зовсім, використовується універсальне точне устаткування. Спеціальні інструменти і пристосування, як правило, не застосовують, рівень механізації низький. Взаємозамінюваність деталей і вузлів у багатьох випадках відсутня, широко поширений пригін по місцю. Усе це вимагає високої кваліфікації робітників, оскільки від неї істотно залежить якість продукції, що випускається. Усіма цими чинниками визначається також і висока собівартість апаратури.

Великосерійне виробництво характеризується вузькою номенклатурою і великим обсягом випуску виробів, що безперервно виготовляються впродовж тривалого періоду часу. Коефіцієнт закріплення операцій масового виробництва дорівнює 1, тобто на кожному робочому місці закріплюється виконання однієї операції, що постійно повторюється, вимагає використання робітників невисокої кваліфікації. При цьому використовується спеціальне високопродуктивне устаткування, яке розставляється по ходу технологічного процесу з проміжними складами - накопичувачами деталей і складальних одиниць, і у багатьох випадках зв'язується конвеєрами з постами проміжного автоматичного контролю. Устаткування і оснащення, як правило, спеціальне, дороге і високопродуктивне, необхідна точність досягається методами автоматичного отримання розмірів на налагоджених верстатах при забезпеченні взаємозамінюваності оброблюваних заготовок і збираних вузлів. Для масового виробництва можливо виготовлення продукції на автоматичних лініях, цехах і навіть автоматичних заводах.