

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни

«Конструювання та технології РЕА»

для студентів спеціальності

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(освітня програма «Радіотехніка»)

усіх форм навчання

2019

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Конструювання та технології РЕА» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітня програма «Радіотехніка») усіх форм навчання / Уклад.: Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.І., – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 26 с.

Укладачі: Фарафонов Олександр Юрійович, канд. техн. наук, доцент;
Фурманова Наталія Іванівна, канд. техн. наук, доцент;

Рецензент: Малий Олександр Юрійович, канд. техн. наук,
доцент

Відповідальний за випуск: Шило Галина Миколаївна, д.т.н,
проф., зав. каф. ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 1 від 28.08.2019 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
протокол № 1 від 02.09.2019 р.

Лабораторна робота № 1
АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНОГО СКЛАДУ ВИРОБІВ РЕА

Мета роботи: вивчити конструкторську класифікацію та ієрархічну структуру РЕА, одержати практичні навички з аналізу основних складових радіоелектронних виробів.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Загальна класифікація виробів РЕА.

Конструкція РЕА - сукупність деталей, матеріалів, складальних одиниць, електрорадіовиробів з різними фізичними параметрами і формами, які перебувають у певній електричній, просторовій, механічній, тепловій, енергетичній взаємодії та забезпечують виконання заданих функцій з необхідною точністю, надійністю в заданих умовах експлуатації і передбачають можливість повторення конструкції в певних умовах виробництва.

Типова структура конструкції сучасної РЕА складається з елементної бази, як вихідного функціонального матеріалу, і чотирьох рівнів конструктивних складових від нульового до третього, з яких нульовий та перший називаються нижніми, а другий і третій – вищими. Структурні рівні конструкції РЕА показані на рис. 1.1.

Структурне дроблення конструкції дає економічні переваги при розробці, виробництві і експлуатації РЕА та переслідує три мети:

- паралельне конструювання частин;
- паралельне виготовлення частин;
- підвищення ремонтпридатності.

Паралельне конструювання частин, що входять у конструкцію, значно прискорює процес конструювання. Воно можливе завдяки виконанню умов розмірної сумісності. Це передбачає взаємне призначення для частин, що сполучаються, габаритних та приєднувальних розмірів, а також призначення електричних параметрів, що мають взаємозв'язок, у межах передбачених допусків.

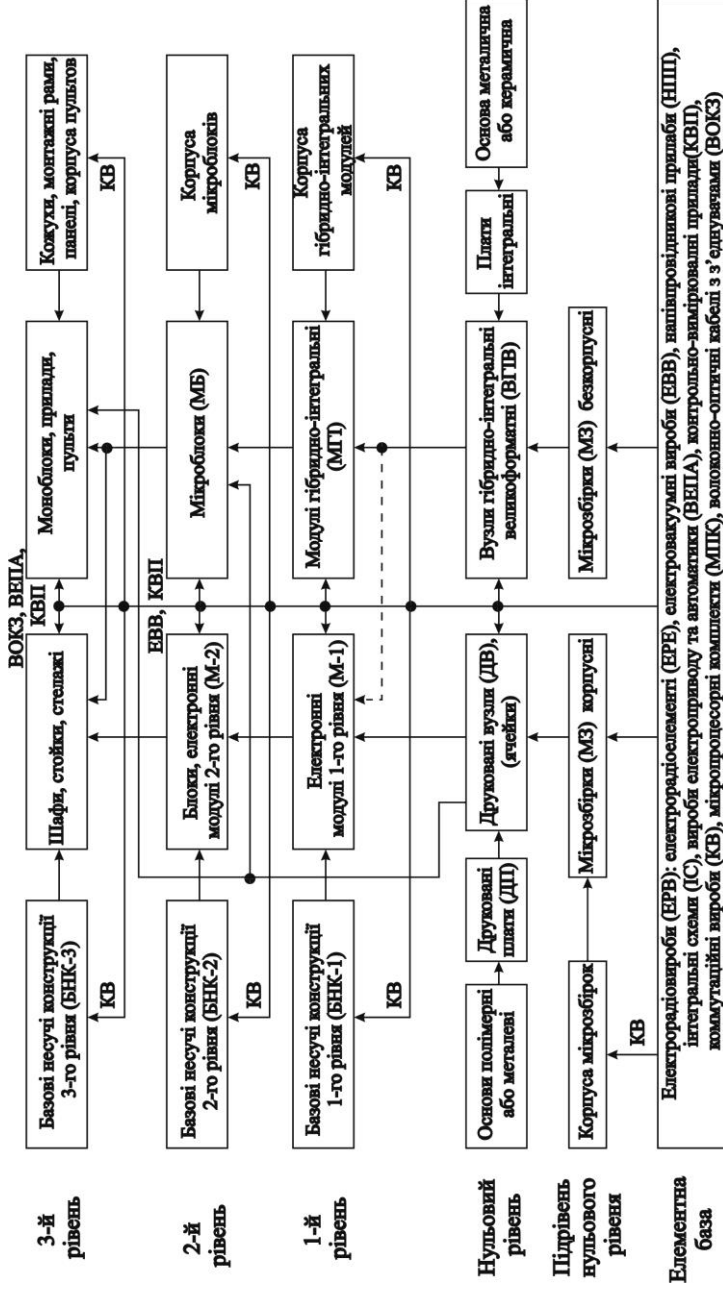


Рисунок 1.1 – Структурні рівні конструкцій РЕА

Паралельне виготовлення частин, що входять у різні структурні рівні, відбувається за незалежними виробничими циклами, що стикаються тільки при зборці конструкції. Це прискорює виробництво в десятки разів.

Ремонтопридатність при експлуатації підвищується завдяки спрощенню пошуку несправностей і можливості ремонту агрегатним способом, тобто шляхом заміни великих частин.

З погляду конструктивного оформлення і виготовлення, всі вироби (закінчена РЕА та її складові) можна розділити на деталі і складальні одиниці різної складності.

Виріб – одиниця промислової продукції, що кількісно вимірюється в штуках.

Складальна одиниця – виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню між собою за допомогою складальних операцій, що виконуються на виробництві.

Деталь – виріб, виготовлений з матеріалу однієї марки без застосування складальних операцій.

Деталі і складальні одиниці можуть бути: стандартними (випускаються по ДСТУ, ГОСТ, галузевим стандартам (ОСТ)); уніфікованими – вироби, які можуть застосовуватися в декількох конструкціях без зміни (уніфікація може бути внутрішньозаводська, галузева і міжгалузева); оригінальними – застосовуються та розробляються тільки для конкретної конструкції.

Основу будь-якої конструкції РЕА становить елементна база, до якої відносяться покупні (прості та складні) електрорадіовироби (резистори, конденсатори) і, набагато менш, оригінальні, що були розроблені для конкретної конструкції (наприклад: фільтри на поверхневих акустичних хвилях, лінії затримки, коливальні контури, мікрозборки і т.п.)

Електрорадіовиріб (ЕРВ) – це, як правило, стандартні та уніфіковані вироби: пасивні електрорадіовироби (резистор, конденсатор, котушка), напівпровідникові елементи (транзистори, діоди, варикапи, мікросхеми), пристрої комутації (тумблера, з'єднувачі, гнізда, перемикачі); функціональні вузли (трансформатори, фільтри, коливальні контури); пристрої індикації (лампи, шкали, монітори).

Будь-яка складна конструкція РЕА не може обійтися без застосування певних конструкційних і технологічних матеріалів, що не відносяться до тих, з яких виготовлені деталі конструкції.

Матеріали, які входять у конструкцію бувають:

- конструкційні (монтажні, ізоляційні, струмопровідні і т.п.);
- технологічні (застосовувані в процесі складальних операцій (клей, припій, флюс));
- матеріали для захисту від впливу зовнішніх факторів (лак, емаль, герметик).

До монтажних матеріалів відносяться:

- провід різних марок;
- дріт;
- шнури;
- кабелі.

До ізоляційних матеріалів відносяться:

- прокладки з тканини, паперу, лакотканини, текстоліту, плівок і т.п.;
- трубки з поліхлорвінілу, фторопласта, поліетилену і т.п.;
- компаунди.

Зі струмопровідних матеріалів виробляють контакти, перемички. На перераховані складові не випускаються креслення, а в специфікації на виріб вони заносяться в розділ "Матеріали" із вказівкою або загальної довжини, або кількості штук певної довжини, або ваги.

Призначення, область застосування, умови експлуатації накладають свої особливості на кожний вид РЕА. За призначенням, областю застосування та умовами експлуатації РЕА класифікують по класам і групам (табл. 1.1)

Класи апаратури говорять про особливості її використання: суша; водні басейни (море, океан); повітряний і космічний простір.

Група характеризує апаратуру з погляду місця її установки.

Крім цього, РЕА у період її експлуатації класифікують по чотирьом категоріям:

- багаторазового застосування;
- однократного;
- безперервного;
- загального застосування.

Таблиця 1.1 - Класифікація РЕА

| Клас | 1 ^{ий} наземна | 2 ^{ий} морська | 3 ^{ий} бортова |
|-------|---|--|---|
| Група | <ul style="list-style-type: none"> – стационарна; – для рухомих об'єктів; – носима; – побутова. | <ul style="list-style-type: none"> – судова; – корабельна; – буйкова. | <ul style="list-style-type: none"> – авіаційна; – космічна; – ракетна. |

З погляду споживання РЕА підрозділяється на:

- загального масового споживання (побутова), що не потребує спеціальної підготовки до експлуатації;
- обмеженого кола споживання (спеціальна або службова): вимірювальна, контрольна, офісна техніка, не задіяна у виробничих промислових процесах, що не потребує спеціальної підготовки для експлуатації;
 - промислова апаратура;
 - медична апаратура;
 - апаратура військової техніки.

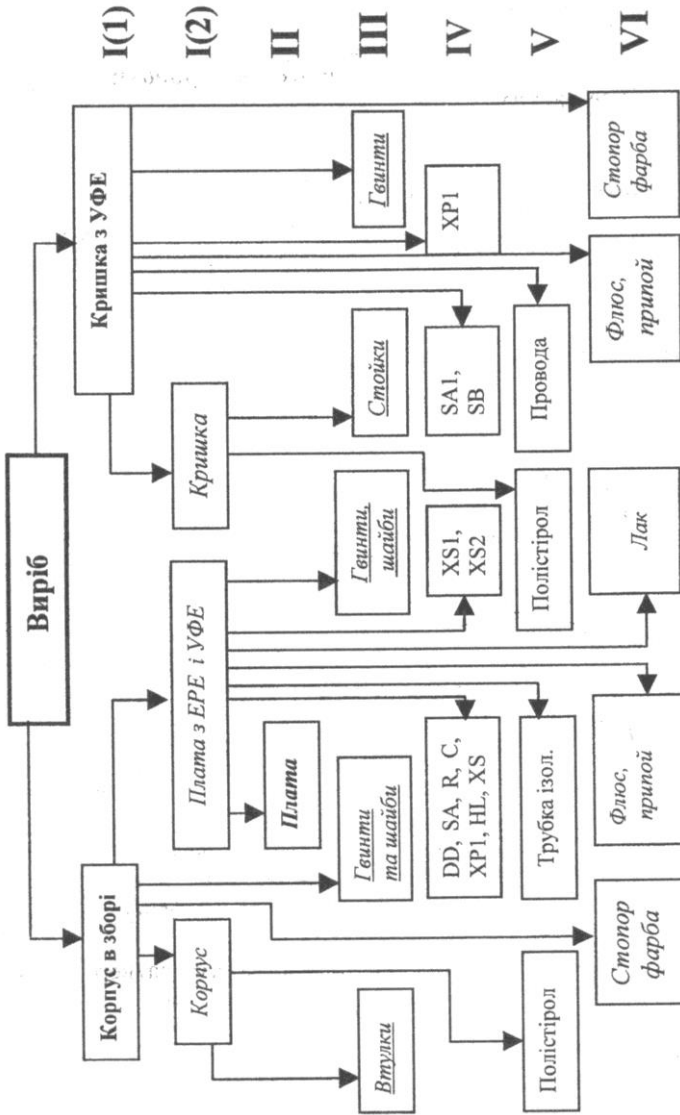
1.2 Конструкторська схема складання виробів РЕА

Конструкторська схема складання (КСС) виробу – це наочне графічне зображення конструктивного складу виробу з врахуванням як його складності, так і складності його складових. КСС представляє конструктивно-технологічну ієрархію виробу (від більш складного до менш складного) та показує взаємозв'язок його складових.

При побудові КСС (рис. 1.2.) необхідно враховувати повну диференціацію виробу і його складальних одиниць на елементарні функціональні конструктивні та технологічні складові. КСС виробу містить наступні рівні:

- складальні одиниці (їх може бути декілька залежно від складності виробу);
 - деталі (оригінальні);
 - стандартні вироби (вироби, що випускають за ДСТУ, ОСТ);
 - покупні вироби (вироби купують у роздріб або по кооперації, такі вироби мають свій номер ТУ);
 - конструкційні матеріали;

– технологічні матеріали.



I(1) – перший рівень складання; I(2) – другий рівень складання; II оригінальні деталі;
 III – стандартні деталі; IV – ЕРЕ і УФЕ (куповані виробі); V – конструкційні матеріали;
 VI – технологічні матеріали.

Рисунок 1.2 – Конструкторська схема складання виробу

Для контролю правильності складання КСС, необхідно згорнути кожний складальний ланцюжок і проконтролювати як необхідну комплектацію, так і послідовність зборки (від менш складної до більш складної складової).

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1.3 Вихідні дані до роботи

1.3.1 Зразки виробів РЕА (закінчений виріб, елементна база, деталі, складальні одиниці).

1.3.2 Нормативно-технічна регламентуюча і довідкова література (визначник найменувань, класифікатори ЄСКД).

1.3.3 Технічний паспорт, інструкція з експлуатації або технічний опис виробу.

1.4 Порядок виконання

1.4.1 Завдання №1 (аналіз отриманого зразка виробу):

- визначити структурний рівень конструкції;
- класифікувати конструктивний склад виробу за наступними ознаками: складальні одиниці (покупні, оригінальні), деталі (оригінальні, стандартні, уніфіковані), ЕРВ (ЕРЕ, функціональні елементи, елементи комутації, індикації), конструкційні матеріали, технологічні матеріали;

- дати найменування деталям відповідно до визначника найменувань;

- присвоїти децимальний номер деталям відповідно до класифікатора ЄСКД;

- скласти КСС виробу.

1.4.2 Завдання №2 (Аналіз технічного паспорта на виріб):

- визначити функціональне призначення виробу та область його застосування;

- визначити клас і групу виробу;

- класифікувати виріб по категоріям;

- дати характеристику виробу з погляду його споживання;

- присвоїти децимальний номер виробу.

1.4.3 Оформити звіт.

1.5 Зміст звіту

1.5.1 Назва і мета роботи.

1.5.2 Короткі теоретичні відомості.

1.5.3 Вихідні дані до роботи (завдання №1, завдання №2).

1.5.4 Опис і класифікаційна характеристика зразків (виріб, складальні одиниці, деталі, елементна база) за завданням №1.

1.5.5 Назва та децимальні номери для трьох деталей (призначаються викладачем).

1.5.6 КСС виробу.

1.5.7 Класифікаційна характеристика виробу (завдання №2).

1.5.8 Децимальний номер виробу.

1.5.9 Висновки.

1.6 Контрольні питання

1.6.1 Що таке виріб, деталь, складальна одиниця?

1.6.2 Дати визначення поняттю – конструкція РЕА.

1.6.3 Характеристика структурних рівнів конструкцій РЕА.

1.6.4 Класифікаційні ознаки радіоелектронних виробів.

1.6.5 Що таке КСС?

1.6.6 Принципи побудови КСС.

1.7 Література

1.7.1. Гель П.П., Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение. 1984. – 536 с.

1.7.2. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА / В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.Б. Грозин, и др.; Под ред. К.Б. Круковского-Синкевича, Ю.Л. Мазора. – К.: Вища шк., 1992. – 494 с.

1.7.3. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования / Под ред. Р.Г. Варламова. – М.: Сов. радио, 1980. – 480 с.

Лабораторна робота № 2
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ РЕА

Мета: ознайомитися з типовими технологіями виготовлення РЕА, з типовими технологіями складальних робіт. Одержати практичні навички з вибору та обґрунтування матеріалу конструкцій, технології їх виготовлення і методів з'єднання.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технології виготовлення деталей РЕА

Серед технологій виготовлення деталей РЕЗ можна виділити наступні:

- технології виготовлення несучих конструкцій,
- технології виготовлення друкованих плат,
- технології виготовлення допоміжних деталей.

2.1.1 Технології виготовлення несучих конструкцій з металів і сплавів

До несучих конструкцій відносяться корпуси, шасі, каркаси, кришки, панелі, кронштейни і т.д.

Несучі конструкції можуть виготовляти з металів і їхніх сплавів, або з неметалів (пластмас). Для виготовлення несучих конструкцій з металів і сплавів застосовують листові та ливарні матеріали. Для листових матеріалів основними типовими технологічними процесами є технологічні процеси листового штампування. До операцій листового штампування відносяться розділові (пробивання отворів різної форми, вирубка по контурі і т.д.) і формотворні (гнучка, витяжка, рельєфне формування). Ця технологія широко застосовується у крупносерійному і у дрібносерійному типах виробництва.

Матеріали, які використовують у листовому штампуванні це конструкційні сталі (сталь 08 кп, 10 кп); сплави алюмінію (наприклад: Д16); бронзи і т.д., що є деформуемими.

З ливарних матеріалів і сплавів виготовляють несучі конструкції методом лиття під тиском, лиття в кокіль, лиття по виплавляемим моделям. Зазвичай даними методами виготовляють шасі, каркаси, які застосовуються у виробках, що випускають великими серіями або по масовому типу виробництва, а також для виготовлення базових

несучих конструкцій (БНК). Матеріали, які в основному використовуються для таких видів конструкцій і технологій є ливарні сплави алюмінію (АЛ2, АЛ8, АЛ9).

Такі конструкції допрацьовують механічними видами обробки (свердління, фрезерування, нарізка різьби і т.д.).

2.1.2 Технології виготовлення несучих конструкцій із пластмас

Для виробів використовуються термопластичні та термореактивні пластмаси. Найбільш технологічними в обробці і переробці є термопластичні матеріали. Найпоширеніший матеріал для виготовлення корпусних деталей – полістирол (особливо для РЕА побутової техніки).

Технології що застосовуються для виготовлення деталей із пластмас:

- лиття під тиском,
- преслиття,
- пресування.

Іноді дані конструкції вимагають армування, тобто запресовування металевих деталей у пластмасу. Це, як правило, різьбові втулки, стійки, колонки, напрямні, контакти, пелюстки і т.д. У цьому випадку виріб уже буде складальною одиницею, що виконується за один технологічний цикл.

Перераховані технології корпусних деталей вимагають більших витрат на проектування і виготовлення технологічного оснащення (прес-форми). Витрати можуть бути виправдані лише при великосерійному виробництві.

2.2 Технології друкованих плат

Перш ніж розглядати технологію друкованих плат (ДП), необхідно зробити класифікацію їх конструкцій і матеріалів, з яких вони виготовляються.

Плати, з погляду конструкції, класифікують на:

- односторонні, без металізації отворів і з металізацією отворів;
- двосторонні, без металізації отворів і з металізацією;
- багатошарові,
- мікроплати (плівкові), тонкоплівкові та товстоплівкові;
- сполучні (гнучкі шлейфи).

Матеріали, що застосовуються для виготовлення ПП:

- гетинакс фольгований (мідна фольга) односторонній, двосторонній звичайно застосовується для побутової техніки;
- стеклотекстолит фольгований (мідна фольга) односторонній, двосторонній;
- ФЛАН – фольгований матеріал, ізоляційна основа якого містить фторопласт, застосовується для ВЧ, НВЧ плат.

Для мікроплат: ситали; полікори (кераміка); поліамідна плівка.

Основні технології, застосовувані для виготовлення друкованих плат:

- субтрактивна;
- адитивна;
- напівадитивна.

При субтрактивній технології вихідний матеріал обов'язково фольгований, причому товщина фольги досить велика (18 – 50 мкм). Струмопровідна частина плати виконується фотохімічним способом у процесі формування рисунка провідників і травленням фольги із пробільних місць. Основний метод виготовлення таких ПП називається фотохімічним. Плати, виготовлені таким чином, не мають металізації отворів і застосовуються в основному для побутової апаратури.

У адитивній технології вихідний матеріал не має струмопровідного покриття, а тільки ізоляційну підкладку, на яку різними технологіями осаджується відразу необхідний струмопровідний рисунок, така технологія вважається прогресивною, тому що не містить операцій травлення. Поширена в мікроелектроніці.

Напівадитивна технологія – найпоширеніший і ефективний метод. Його суть у наступному: вихідний матеріал фольгований, але товщина фольги маленька до 18 мкм; малюнок формується методом фотолітографії (більше висока роздільна здатність, у порівнянні з фотохімічним методом), потім формується струмопровідний рисунок і витравлюються пробільні місця; після цього на отриманий рисунок додатково наноситься струмопровідний матеріал найпоширенішими і простими методами (гальванічне нарощування, електрохімічне нарощування) до необхідної товщини. При цій технології отвори обов'язково металізуються.

Найпоширенішими методами виготовлення друкованих плат по напівадитивній технології є: комбінований негативний і комбінований

позитивний (з більше високою роздільною здатністю, тобто з мінімальними параметрами ширини провідників і зазорів між струмопровідними елементами).

Для формування малюнка в субтрактивної і напівадитивної технології звичайно застосовуються фотошаблони, а для адитивної технології маски та трафарети.

Мікроплати виготовляють за технологіями напилювання у вакуумних установках. Для формування плівкових елементів і провідників застосовуються послідовна, селективна і зворотна фотолітографії.

При виготовленні друкованих плат слід зазначити 3 основні етапи їх виготовлення:

- механічна обробка заготовки друкованої плати (обробка по контуру та одержання отворів), для цього застосовується фрезерування, вирубка по контуру та свердління;

- одержання рисунку, застосовують методи сіткографії, шовкографії, фотолітографії, рентгенографії;

- процеси травлення – хімічне травлення.

Для багатошарових ДП застосовуються, як правило, ті ж технологічні операції, що і для одно- і двосторонніх ДП, тобто операції механічної обробки, формування рисунку кожного шару, металізації перехідних отворів, травлення і т.д.

До основних методів виготовлення багатошарових ДП (БДП) відносяться:

- метод попарного пресування;
- метод металізації наскрізних отворів;
- метод відкритих контактних площадок.

2.3 Технологія виготовлення інших деталей РЕА

До інших деталей, які використовуються в конструкціях РЕА відносяться: ручки, напрямні; прокладки, ковпаки; сердечники, магнітопроводи; контакти, пружини; осі, вали; скоби, кріплення і т.д.

Залежно від матеріалу, конструкції та серійності виробництва застосовують різні технології:

- механічна обробка (лезвійним інструментом);
- обробка тиском (гаряче, холодне штампування);
- пресування із прес-порошкових матеріалів;
- лиття (лиття під тиском, прес-лиття);

- технології покриттів (напилювання, гальванічні покриття, електролітичні і т.д.);
- технології маркування.

2.4 Технологія складальних операцій

Умовно складальні операції можна розділити на механічні і електромонтажні з'єднання. До механічних з'єднань відносять роз'ємні і нероз'ємні.

Основні технології роз'ємних з'єднань – різні нарізні сполучення. Основні нероз'ємні з'єднання: розклепування, розвальцювання, склеювання, конструкційне зварювання, паяння, запресовування і т.д.

На виконання механічних зборок є типові технологічні процеси для кожного виду технології.

Електромонтажні складальні операції умовно можна розділити на установку об'єкта та контактування (забезпечення електричного контакту).

Основні види електромонтажу:

- друкований монтаж (монтаж в отвір, монтаж на поверхню);
- об'ємний монтаж (монтаж за допомогою перемичок, проводів, джгутів, кабелів);
- монтаж накруткою;
- мікроконтактування за допомогою струмопровідних клеїв (контактолів);
- різні види мікрозварювання (термокомпресійне, ультразвукове (УЗЗ), імпульсне).

Для здійснення монтажних операцій у більшості випадків застосовують технології паяння:

- групове (коли за один технологічний цикл одночасно паяється деяка кількість ЕРВ і деталей);
- індивідуальне (одне з'єднання за одну пайку).

Найпоширеніші технології групового паяння: зануренням; хвилею; інфрачервоне (ІЧ); парофазне; у печах.

Порівняльна характеристика методів паяння сучасних виробів РЕА наведена в таблиці 1.1. Для таких методів паяння необхідно спеціальне устаткування.

Індивідуальне паяння здійснюється за допомогою різних видів паяльників і застосовується в основному для об'ємного монтажу.

Область застосування різних видів паяння залежить від: типу конструкції; виду монтажу; вимог до надійності та якості; типу виробництва; наявності устаткування та інструмента; режимів паяння і методів контролю.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика деяких методів паяння

| Метод паяння | Переваги | Недоліки |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Подвійною хвилею | <ul style="list-style-type: none"> - Придатний для паяння як традиційних так і компонентів що монтуються на поверхню. - Використовується існуюче обладнання (після нескладної модифікації). | <ul style="list-style-type: none"> - Компоненти занурюються у припой. - Малоприсадковий для термочутливих ІС. - Малоприсадковий для компонентів ПМ з чотирьохстороннім розташуванням виводів. - Потребує нанесення адгезива безпосередньо перед позиціонуванням. - Лише для плат з малою щільністю компонентів. - Велика вартість промивки виробів. |
| Розплавленням дозованого припою у парофазному середовищі | <ul style="list-style-type: none"> - Придатний для плат з великою щільністю компонентів. - Не вимагає перевертання плати при паянні зі зворотної сторони або по обидві сторони плати. - Висока стабільність температури під час паяння. Під час нагрівання плати з компонентами відсутні великі температурні градієнти. | <ul style="list-style-type: none"> - Придатний винятково для компонентів ПМ. - Необхідне дозоване нанесення паяльної пасти. - Попереднє нагрівання і процес паяння просторово рознесені (необхідно два модулі устаткування). - Значні витрати спеціальних дорогих рідин. - Небезпека ушкодження деяких елементів у результаті швидкого нагрівання. - Утворення в процесі паяння агресивних речовин (кислот). |

продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|--|
| Конвекційне паяння | <ul style="list-style-type: none"> - Оптимальні (керовані) швидкості нагрівання. - Забезпечення паяння складних друкованих вузлів, у тому числі з корпусами BGA. - Низька вартість процесу паяння. - Велика продуктивність при малих габаритах устаткування. | <ul style="list-style-type: none"> - Придатний винятково для компонентів ПМ. - Необхідно дозоване нанесення паяльної пасти. |
| Розплавлення дозованого припою з використанням ІЧ-нагрівача | <ul style="list-style-type: none"> - Оптимальні (керовані) швидкості нагрівання. - Температурно-часовий режим паяння, який можна регулювати. - Можливість паяння лише з однієї сторони плати, низький рівень компонентів, які перекидаються під час паяння. - Низька вартість процесу паяння. | <ul style="list-style-type: none"> - Придатний винятково для компонентів ПМ. - Необхідне дозоване нанесення паяльної пасти. - Нерівномірне поглинання ІЧ-випромінювання різними ділянками плати (відповідно розкид температури нагрівання). - Можлива потреба в екрануванні термочутливих компонентів. - Залежно від конструкції установки може бути необхідним обертання плати в процесі паяння. - Деякі компоненти не прозорі для ІЧ-випромінювання (проблема паяння безвивідних кристалоносіїв і кристалоносіїв з J-подібними виводами) |
| Лазерне паяння | <ul style="list-style-type: none"> - Нагрівається лише паяльна паста поблизу компонента. - Придатний для термочутливих компонентів. - Забезпечує високу якість паяного з'єднання. | <ul style="list-style-type: none"> -Продуктивність: 10 виводів за секунду. - Всі фірми-виробники, крім японських, мають незначний досвід роботи з даним методом пайки. |

Для здійснення складальних операцій застосовують наступні технологічні матеріали: фарба для стопоріння, герметик, різні клеї, припої, флюси, паяльні пасти, лаки і т.д.

2.5 Характеристика схем складання

Існує дві основні схеми складання виробів РЕА:

- с базовою деталлю;
- віялова.

Зборка з базовою деталлю характеризується установкою всіх складових виробу на один несучий об'єкт. Наприклад, установка всього конструкторського складу виробу в корпус.

Віялове складання характеризується наявністю декількох підзбірок, які потім з'єднуються в єдиний виріб.

На практиці найчастіше застосовуються сполучені схеми складання, тобто складальний процес складових підзбірок виконується паралельно, кожний на своїй базовій деталі, а потім всі підзбірки встановлюються в певній послідовності на основній базовій деталі або конструкції.

Наприклад: паралельно збираються п'ять друкованих вузлів (ДВ) і крос-плата (сполучна плата), потім у корпус встановлюється сполучна плата, а після по напрямній всі ДВ.

Вибір схеми складання визначається конструкцією виробу РЕА і типом виробництва.

Умовні технологічні схеми складання показані на рис. 2.1, і рис. 2.2.

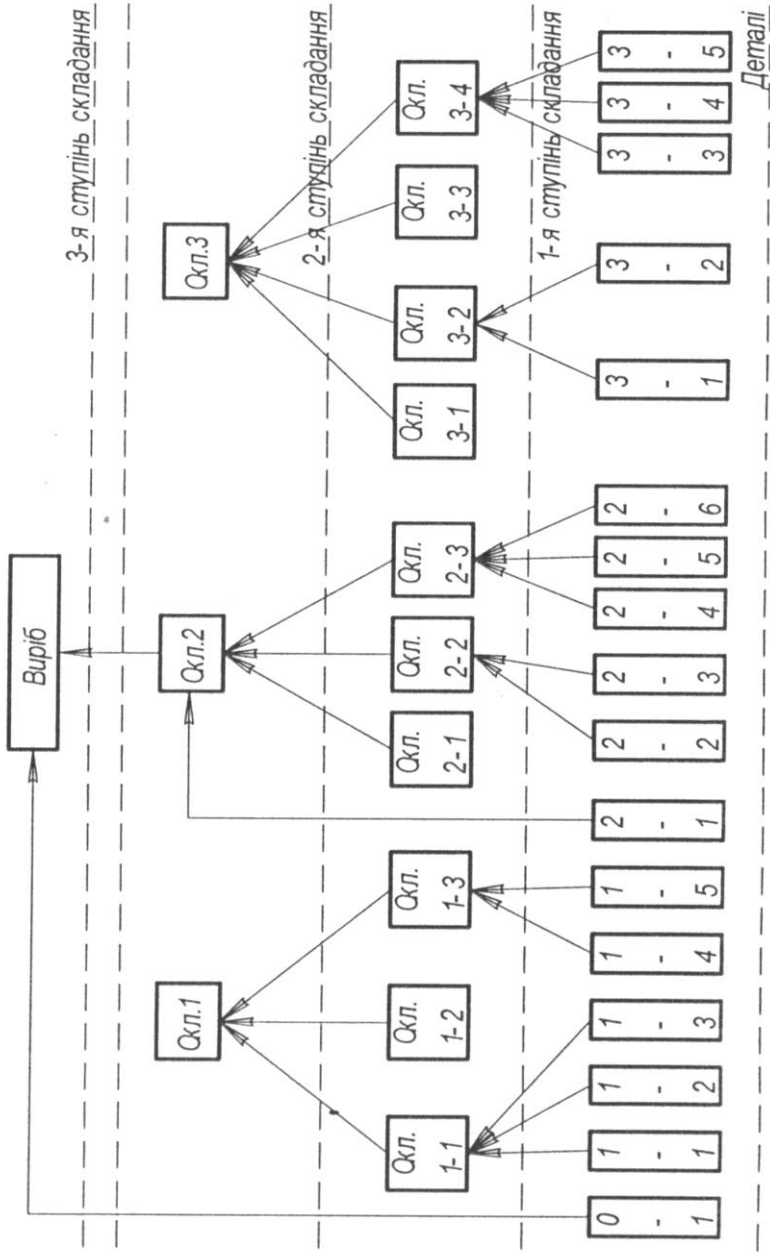


Рисунок 2.1 – Віялова схема складання виробу изделия

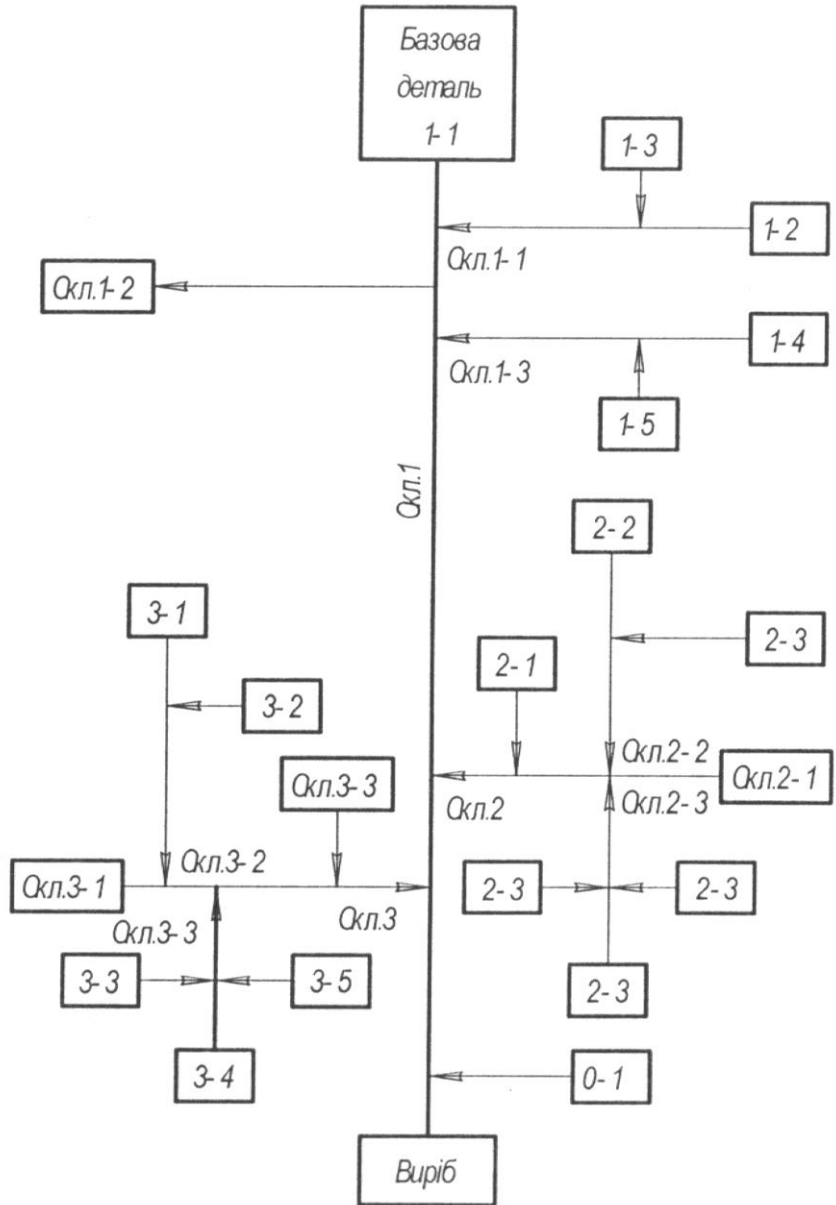


Рисунок 2.2 – Схема складання с базовою деталлю

2.6 Маршрутний ТП складання виробів РЕА

Маршрутний ТП – це оптимальна сукупність операцій, необхідних для виготовлення заданого виробу, які повинні проводитися в певній послідовності, з урахуванням можливого паралельного виготовлення складових цього виробу.

Маршрутний ТП складання виробів РЕА містить основні операції зборки і допоміжні операції.

До допоміжних операцій відносяться:

- підготовчі;
- комплектувальні;
- контрольні;
- маркувальні;
- пакувальні.

До основних операцій складання відносяться:

- операції установки;
- операції механічних з'єднань;
- операції електричних з'єднань;
- операції захисту від навколишнього середовища.

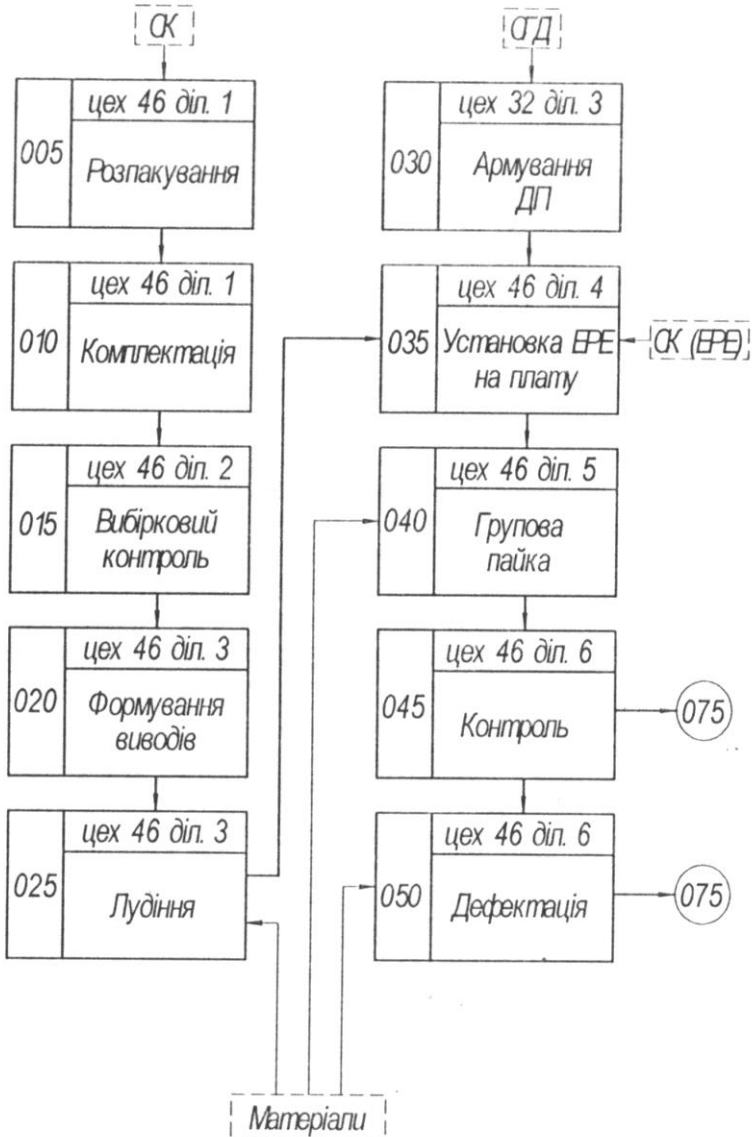
Крім того в маршрутному ТП вказуються спеціальні операції:

- настроювання і регулювання вузлів і всього виробу в цілому;
- контроль функціональних параметрів;
- випробування (механічні, кліматичні);
- приймально-здавальні операції.

При виконанні основних складальних операцій повинні здійснюватися основні принципи складання:

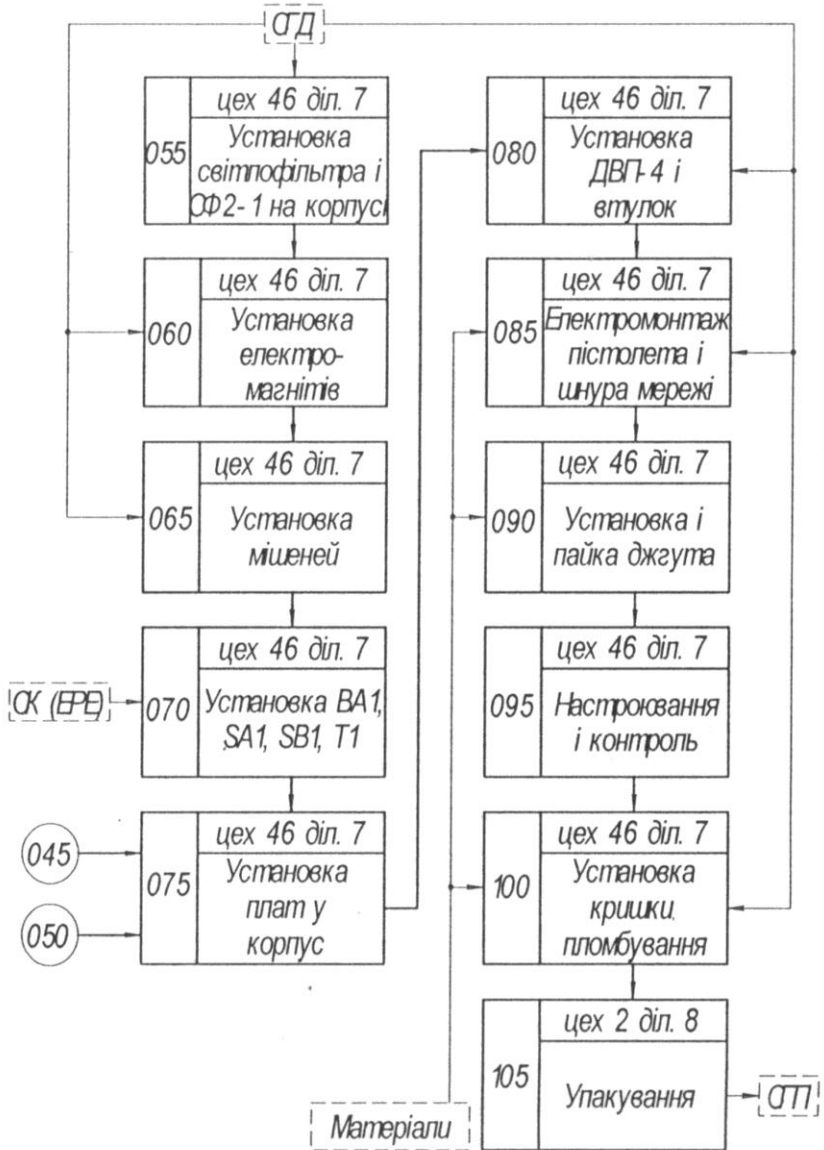
- групування операцій, що передбачають ті самі дії;
- кожна наступна операція не повинна руйнувати або погіршувати якість попередніх, кожна попередня операція не повинна заважати виконанню наступної.

Приклад маршрутного ТП показаний на рисунку 2.3.



СК – склад комплектуючих;
 СГД – склад готових деталей і вузлів

Рисунок 2.3 – Блок-схема маршрутного ТП



СГП – склад готової продукції

Рисунок 2.3 – Блок-схема маршрутного ТП (лист 2)

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.7 Вихідні дані

Конструкторський склад попереднього зразка (лаб. роб. №1):

- перелік оригінальних деталей;
- перелік оригінальних складальних одиниць;
- перелік елементної бази.

2.8 Порядок виконання

2.8.1 Запропонувати матеріал і технологію виготовлення оригінальних деталей виробу, дати обґрунтування вибору згідно табл. 2.2;

2.8.2 Перелічити методи і технології механічних з'єднань згідно табл. 2.3;

2.8.3 Перелічити методи і технології електричних з'єднань згідно табл. 2.4.

2.8.4 Запропонувати схему складання виробу РЕА і розробити маршрутний техпроцес складання.

Таблиця 2.2. – Характеристика оригінальних конструкцій

| Найменування оригінальних конструкцій | Основний матеріал, матеріал покриття (марка, сортамент) | Технології і методи виготовлення |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| | | |

Таблиця 2.3. – Аналіз механічних з'єднань

| Найменування з'єднувальних складових | Технологія, метод | Характеристики з'єднання (роз'ємне, нероз'ємне, умовно роз'ємне) | Додаткові елементи для з'єднання | Додаткові матеріали для з'єднання |
|--------------------------------------|-------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | |

Таблиця 2.4. – Аналіз електричних з'єднань

| Найменування складових що з'єднуються | Вид електромонтажу | Технологія, метод | Характеристика з'єднань (індивідуальне, групове) | Можливість автоматизації | Необхідні додаткові матеріали |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|--|--------------------------|-------------------------------|
| | | | | | |

2.9 Зміст звіту

- 2.9.1 Назва і мета роботи;
- 2.9.2 Стислі теоретичні відомості;
- 2.9.3 Вихідні дані до роботи;
- 2.9.4 Обґрунтування вибору матеріалів і технологій виготовлення оригінальних деталей;
- 2.9.5 Обґрунтування вибору методів та технології механічних і електричних з'єднань;
- 2.9.6 Таблиці за зразком табл. 2.1–2.3;
- 2.9.7 Обґрунтування вибору схеми складання;
- 2.9.8 Технологічна схема складання;
- 2.9.9 Маршрутний ТП збірки;
- 2.9.10 Висновки.

2.10 Контрольні питання

- 2.10.1 Перелічіть технології виготовлення несучих конструкцій. Дайте їм коротку характеристику.
- 2.10.2 Які види конструкцій ДП ви знаєте?
- 2.10.3 У чому сутність субтрактивної технології?
- 2.10.4 У чому сутність адитивної технології?
- 2.10.5 У чому сутність напівадитивної технології?
- 2.10.6 Які види механічних роз'ємних з'єднань ви знаєте?
- 2.10.7 Які види механічних нероз'ємних з'єднань ви знаєте?
- 2.10.8 Що таке електромонтаж?
- 2.10.9 Види і характеристика видів електромонтажу.

2.10.10 Що таке паяння?

2.10.11 Чим відрізняється групове паяння від індивідуального?

2.10.12 Дайте коротку характеристику груповим методам паяння.

2.10.13 Чим відрізняється технологічна схема складання з базовою деталлю від віялової?

2.10.14 Що таке маршрутний ТП?

2.10.15 Перелічіть основні операції складання РЕА.

2.10.16 Які основні принципи необхідно дотримувати при виконанні основних операцій складання?

2.11 Література

2.11.1. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры. / [И.П. Бушминский, О.Ш. Даутов, А.П. Достанко и др.] Под ред. А.П. Достанко, Ш.М. Чабдарова. – М.: Радио и связь, 1989. – 623 с.

2.11.2. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах / А.В. Егунов, Б.Л. Жоржолиани, В.Г. Журавский, В.В. Жуков; Под ред. В.Г. Журавского. – М.: Радио и связь, 1988. – 280 с.

2.11.3. Савровский Д.С., Головня В.Г. Конструкционные материалы и их обработка. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1976. – 328 с.

2.11.4. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов по спец. "Конструирование и производство радиоаппаратуры". – М.: 1986.

2.11.5. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА / В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.Б. Грозин, и др.; Под ред. К.Б. Круковского-Синкевича, Ю.Л. Мазора. – К.: Вища шк., 1992. – 494 с.

2.11.6. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо и др. - Мн.: Высш. шк., 1988. -272 с.

2.11.7. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.