

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
Інститут інформатики та радіоелектроніки

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи №2
"Аналіз технології виготовлення виробів РЕА"
з дисципліни
"Конструювання та технології РЕА"
для студентів професійного напрямку
6.0509 "Електронні апарати"
спеціальності 6.050901
"Радіотехніка"
усіх форм навчання

2008

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №2 "Аналіз технології виготовлення виробів РЕА" з дисципліни "Конструювання та технології РЕА" для студентів професійного напрямку 6.0509 "Електронні апарати" спеціальності 6.050901 "Радіотехніка" усіх форм навчання.. / Укладачі: О.С. Пономаренко, О.Ю. Фарафонов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 19 с.

Укладачі: О.С. Пономаренко, асистент
О.Ю. Фарафонов, доцент, к.т.н.

Рецензент: О.С. Антоненко, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск: В.М. Кришук, зав. кафедрою
КТВР, професор, к.т.н.

Затверджено на засіданні
метод. комісії РПБ ф-ту.
Протокол № 8
від 22.05.2008

Затверджено на засіданні
кафедри КТВР.
Протокол № 4
від 15.05.2008.

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

1.1 Технології виготовлення деталей РЕА

Серед технологій виготовлення деталей РЕЗ можна виділити наступні:

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

1.1.1 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 деформувемими.

З ливарних матеріалів і сплавів виготовляють несучі конструкції методом лиття під тиском, лиття в кокіль, лиття по виплавляємим 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.).

1.1.2 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.

1.2 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 (шлівкові), тонкоплівкові та товстоплівкові;
- сполучні (гнучкі шлейфи).

Матеріали, що застосовуються для виготовлення ППІ:

- 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 шлівка.

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 травлення фольги із пробільних місць. Основний метод виготовлення таких ППІ 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.

1.3 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 (лезвийним 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.

1.4 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 1.1 – Порівняльна характеристика деяких методів паяння

Метод паяння	Переваги	Недоліки
1	2	3
Подвійною хвилею	- Придатний для паяння як традиційних так і компонентів що монтуються на поверхню. - Використовується існуюче обладнання (після нескладної модифікації).	- Компоненти закриваються у припой. - Малоприсадний для термочутливих ІС. - Малоприсадний 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	- 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.	- Придатний винятково для компонентів ПМ. - Необхідне дозоване нанесення паяльної пасти. - Попереднє нагрівання і процес паяння просторою 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 1.1

1	2	3
Конвекційне паяння	- 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.	- Придатний винятково для компонентів ПМ. - Необхідно дозоване нанесення паяльної пасти.
Розплавлення дозованого припою з використанням ІЧ-нагрівача	- 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.	- 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 I²L-подібними выводами)
Лазерне паяння	- Нагрівається лише паяльна паста поблизу компонента. - Придатний для термочутливих компонентів. - Забезпечує високу якість паяного з'єднання.	- 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.

1.5 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 підбірки 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. 1.1, і рис. 1.2.

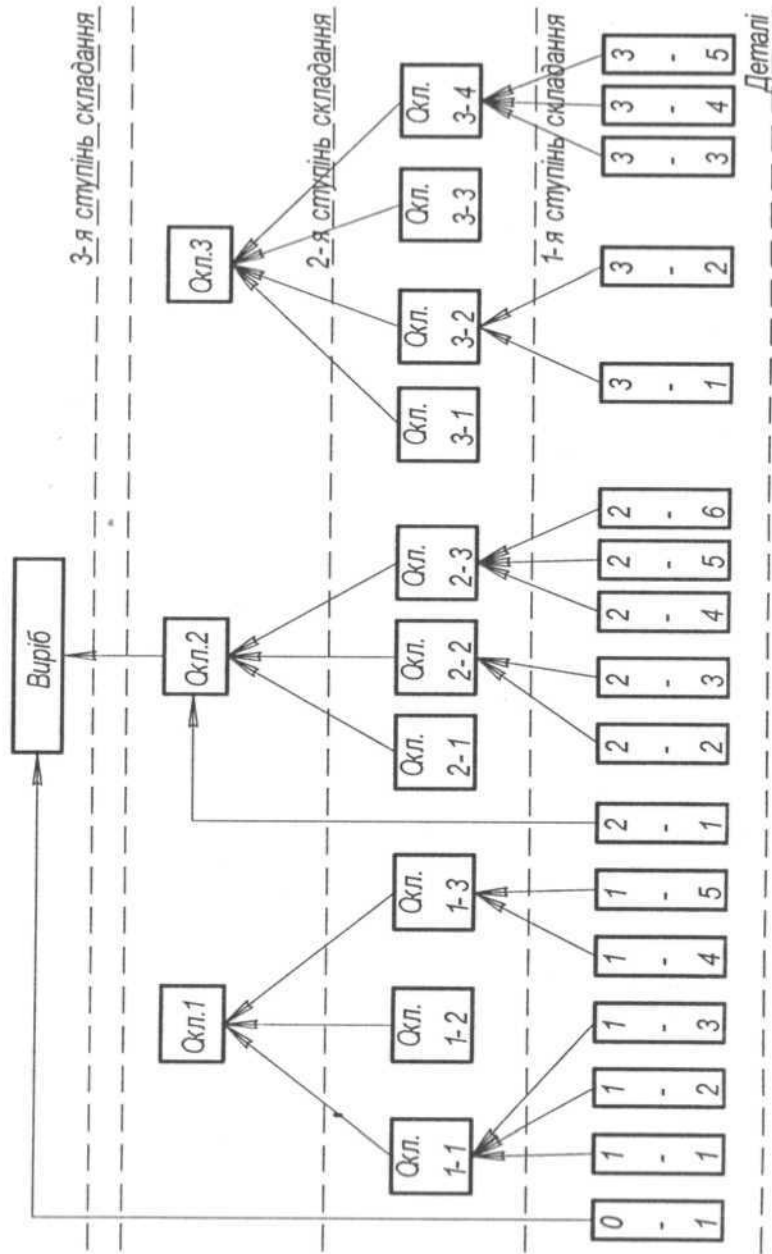


Рисунок 1.1 – Віялова схема складання виробу

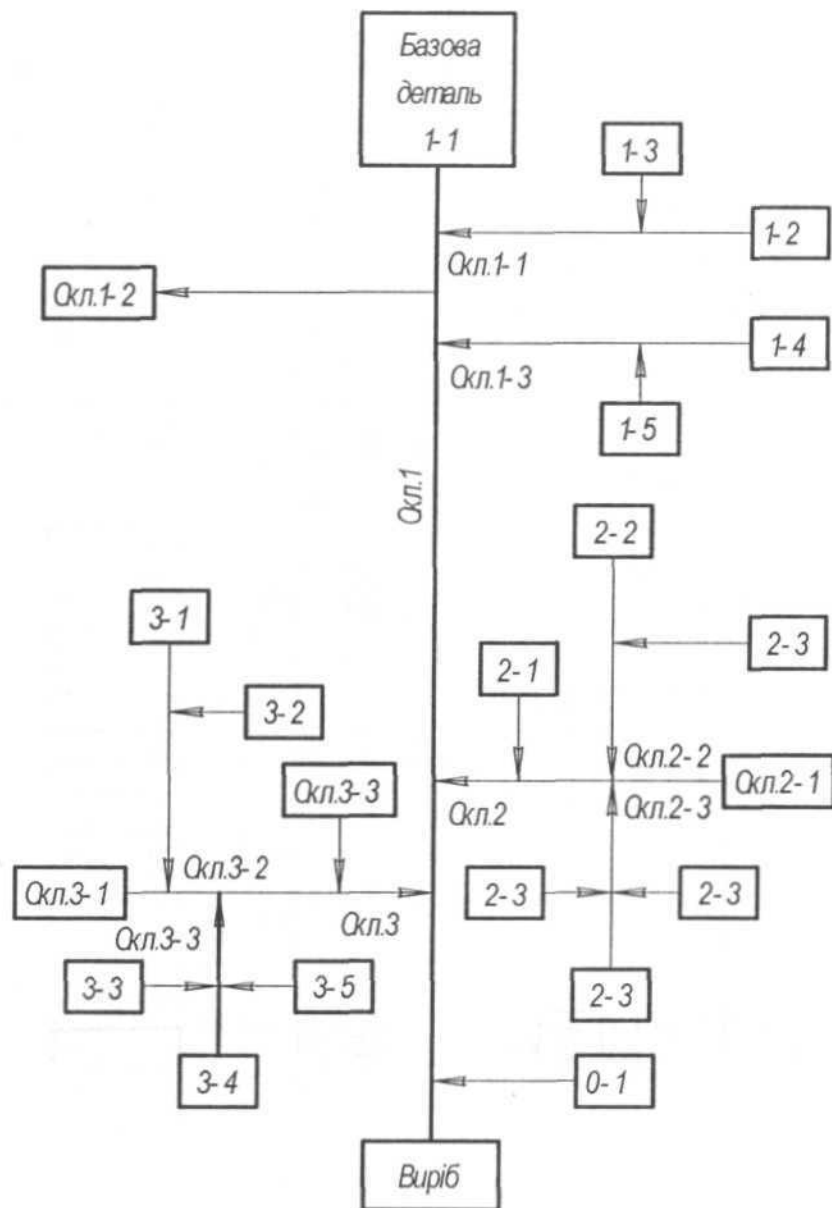


Рисунок 1.2 – Схема складання с базовою деталлю

1.6 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:

- налаштування 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 1.3.

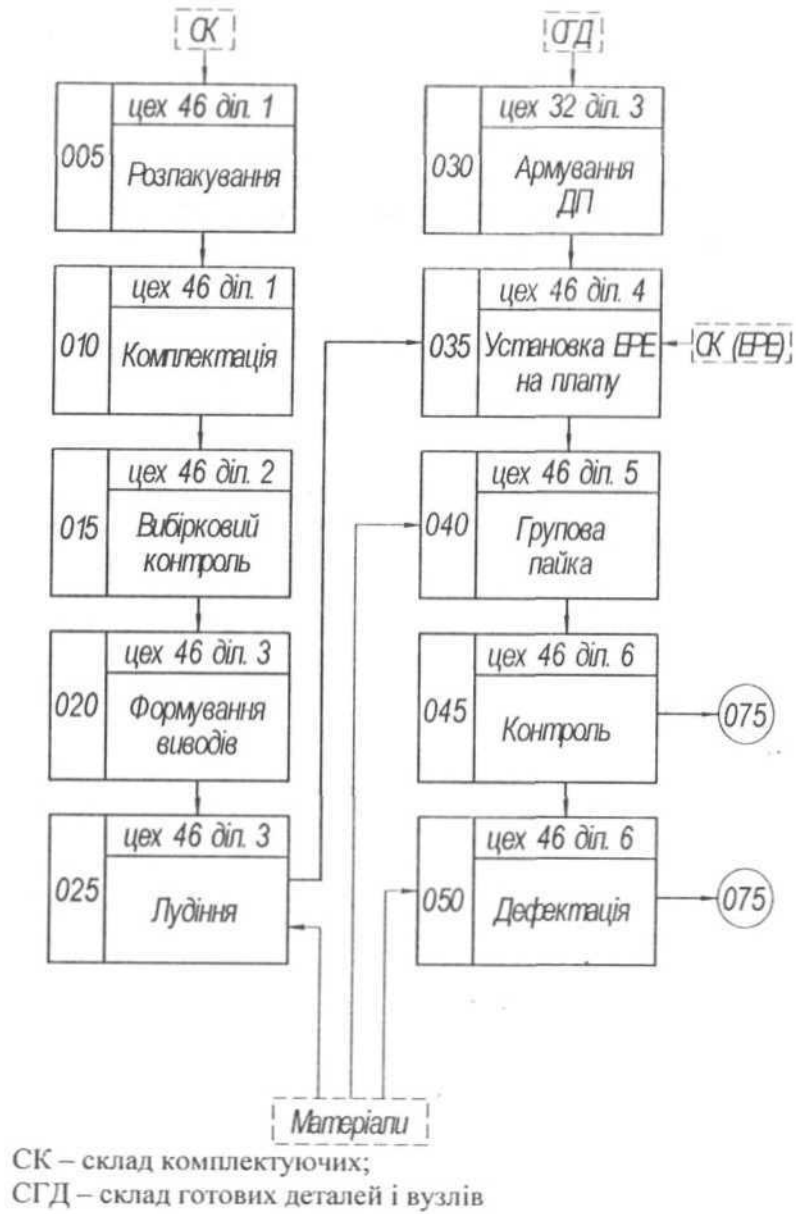
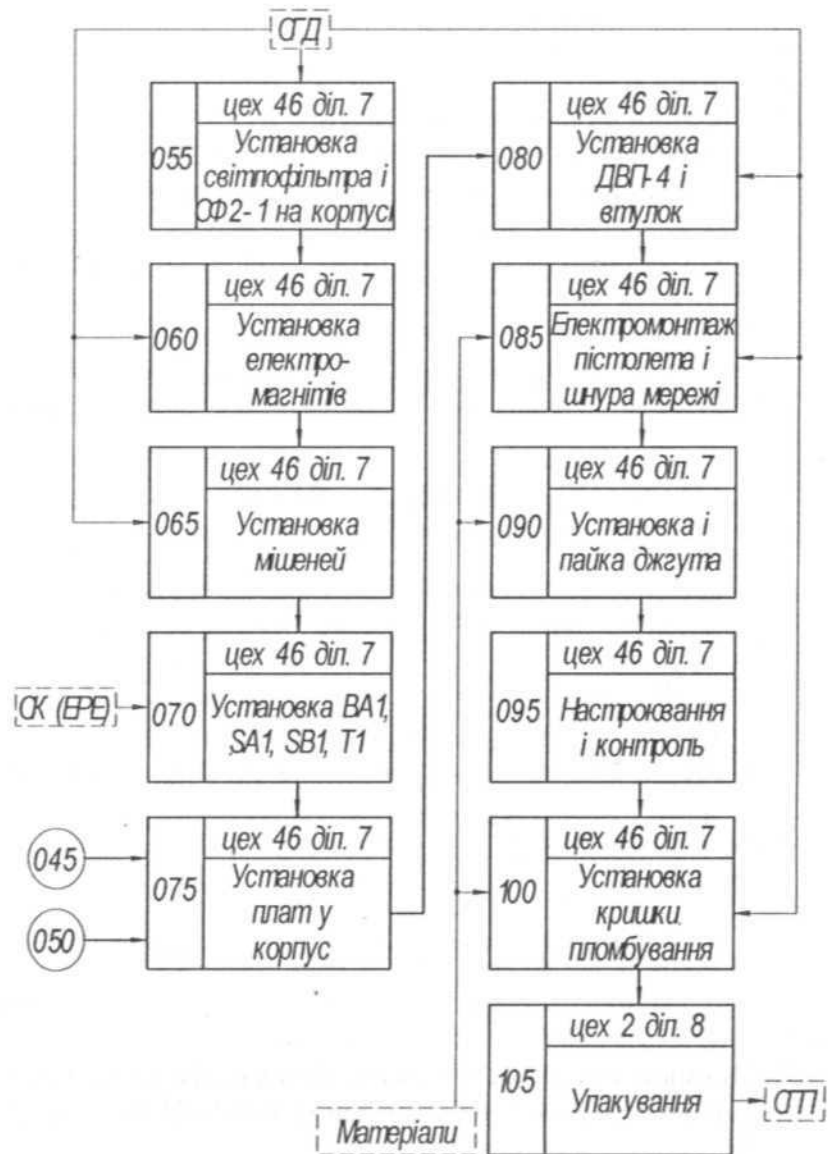


Рисунок 1.3 – Блок-схема маршрутного ТП



СГП – склад готової продукції

Рисунок 1.3 – Блок-схема маршрутного ТП (лист 2)

2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вихідні дані

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

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

2.2 Порядок виконання

2.2.1 Запропонувати матеріал і технологію виготовлення оригінальних деталей виробу, дати обґрунтування вибору згідно табл. 2.1;

2.2.2 Перелічити методи і технології механічних з'єднань згідно табл. 2.2;

2.2.3 Перелічити методи і технології електричних з'єднань згідно табл. 2.3.

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

Таблиця 2.1. – Характеристика оригінальних конструкцій

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

Таблиця 2.2. – 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 2.3. – Аналіз електричних з'єднань

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

З ЗМІСТ ЗВІТУ

- 3.1 Назва і мета роботи;
- 3.2 Стислі теоретичні відомості;
- 3.3 Вихідні дані до роботи;
- 3.4 Обґрунтування вибору матеріалів і технологій виготовлення оригінальних деталей;
- 3.5 Обґрунтування вибору методів та технології механічних і електричних з'єднань;
- 3.6 Таблиці за зразком табл. 2.1–2.3;
- 3.7 Обґрунтування вибору схеми складання;
- 3.8 Технологічна схема складання;
- 3.9 Маршрутний ТП збірки;
- 3.10 Висновки.

4 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 4.1 Перелічите технології виготовлення несучих конструкцій. Дайте їм коротку характеристику.
- 4.2 Які види конструкцій ДП ви знаєте?
- 4.3 У чому сутність субтрактивної технології?
- 4.4 У чому сутність адитивної технології?
- 4.5 У чому сутність напівадитивної технології?
- 4.6 Які види механічних роз'ємних з'єднань ви знаєте?
- 4.7 Які види механічних нероз'ємних з'єднань ви знаєте?
- 4.8 Що таке електромонтаж?
- 4.9 Види і характеристика видів електромонтажу.

- 4.10 Що таке паяння?
- 4.11 Чим відрізняється групове паяння від індивідуального?
- 4.12 Дайте коротку характеристику груповим методам паяння.
- 4.13 Чим відрізняється технологічна схема складання з базовою деталлю від віялової?
- 4.14 Що таке маршрутний ТП?
- 4.15 Перелічіть основні операції складання РЕА.
- 4.16 Які основні принципи необхідно дотримувати при виконанні основних операцій складання?

ЛІТЕРАТУРА

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. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах / А.В. Егунов, Б.Л. Жоржоллиани, В.Г. Журавский, В.В. Жуков; Под ред. В.Г. Журавского. – М.: Радио и связь, 1988. – 280 с.
3. Савровский Д.С., Головня В.Г. Конструкционные материалы и их обработка. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1976. – 328 с.
4. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов по спец. "Конструирование и производство радиоаппаратуры". – М.: 1986.
5. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА / В.Т. Белинский, В.П. Гондол, А.Б. Грозин, и др.; Под ред. К.Б. Круковского-Синкевича, Ю.Л. Мазора. – К.: Вища шк., 1992. – 494 с.
6. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо и др. – Мн.: Высш. шк., 1988. – 272 с.
7. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.