

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

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 4
"Розробка конструкції і технології виготовлення друкованих вузлів
виробів РЕА"
з дисципліни
"Конструювання та технологія радіоелектронної апаратури"
для студентів напряму підготовки
6.050901 "Радіотехніка"
спеціальності "Радіотехніка"
усіх форм навчання

2009

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №4 "Розробка конструкції і технології виготовлення друкованих вузлів виробів РЕА" з дисципліни "Конструювання та технологія радіоелектронної апаратури" для студентів напряму підготовки 6.050901 "Радіотехніка" спеціальності "Радіотехніка" усіх форм навчання. / Укладачі: О.С. Пономаренко, О.Ю. Фарафонов. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. - 14 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. Крищук, зав. кафедрою
КТВР, професор, к.т.н.

Затверджено на засіданні
кафедри КТВР.
Протокол № 4
від 17.03.09.

Мета роботи: навчитися проводити аналіз технічного завдання (ТЗ) на розробку виробу РЕА; одержати практичні навички по конструюванню та вибору технології виготовлення друкованих вузлів РЕА з випуском комплексу конструкторської і технологічної документації відповідно до вимог ЄСКД і ЄСТД.

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Состав технічного завдання на розробку виробу РЕА

Згідно ДСТУ, ОСТам і стандартам підприємства на розробку будь-якого виробу РЕА розробляється ТЗ.

Обов'язковими розділами ТЗ є:

- призначення виробу;
- область застосування;
- основний принцип дії;
- технічні вимоги до виробу.

До технічних вимог відносяться:

- електричні;
- вимоги до конструкції;
- виробничо-технологічні;
- вимоги до установці і монтажу;
- вимоги до технічного обслуговування і ремонту;
- вимоги до техніці безпеки;
- вимоги до якості і надійності;
- спеціальні;
- додаткові.

До електричних вимог можна віднести:

- основні параметри по струму і напрузі;
- споживана потужність;
- частотний діапазон;
- спеціальні діелектричні характеристики і параметри виробу.

Вимоги до конструкції:

- місце установки виробу і його приєднувальні розміри;
- масогабаритні характеристики;
- вимоги до ергономіки і естетики;

- вимоги до розділення конструкції на функціональні вузли (при необхідності);
- спеціальні вимоги.

До виробничо-технологічних вимог можна віднести:

- тип виробництва, обґрунтований споживчим попитом на даний виріб і його призначенням;
- умови виробництва, тобто виробничо-технологічні можливості підприємства виробника;
- річна програма випуску виробу;
- показники наслідування, стандартизації і уніфікації;
- виробничо-економічні показники;
- спеціальні вимоги.

До експлуатаційних вимог відносяться:

- кліматичне виконання виробу і, відповідно, обов'язкові показники (інтервал робочих температур, вологість, тиск, вимоги до транспортування та зберігання й т.д.);

- категорію розміщення виробу і, відповідно, норми механічних впливів (ударна стійкість і міцність, вібростійкість, вимоги до транспортування та зберігання і т.д.).

До всіх виробів РЕА пред'являються вимоги по надійності:

- імовірність безвідмовної роботи;
- наробіток на відмову або середню інтенсивність відмови;
- термін служби;
- гарантійний строк експлуатації і т.д.

Інші вимоги є більше специфічними, і їх формулювання залежить від конкретного призначення та області застосування виробу.

1.2 Аналіз ТЗ

Аналіз ТЗ дозволяє прийняти розробнику основний напрямок проектування виробу та визначити основні можливості його реалізації у виробництві.

Вихідними даними до розробки конструкції виробу, крім ТЗ, є: схема електрична принципова і перелік елементів.

Більше детальний аналіз технічних вимог, схеми електричної принципової, елементної бази виробу і огляд аналогічних конструкцій

дозволяє вибрати шляхи забезпечення заданих вимог, як у конструкції, так і в технології її виготовлення.

При схематичному аналізі виробу треба визначитися, на скільки складових частин треба розбити конструкцію і як з'єднати їх між собою. Для більшості виробів РЕА застосовується функціонально-вузловий метод конструювання, при якому кожна електронна частина конструкції розглядається як закінчений функціональний вузол. Такий метод дає більші переваги не тільки при конструюванні, але й при виробництві та експлуатації виробу.

Аналіз елементної бази (ЕБ) дозволяє вибрати та обґрунтувати вибір електромонтажу виробу (у сучасних виробках РЕА застосовується друкований монтаж) і визначити які елементи повинні встановлюватися на поверхні конструкції. Аналіз ЕБ необхідно проводити з використанням ОСТ 4ГО.010.030-81 (габаритні і настановні розміри елементів, варіанти формування виводів і установки елементів на плату) або з використанням ТУ на елементи (вимоги до монтажу і параметрів пайки).

Аналіз ТЗ, схемотехнічний аналіз, аналіз ЕБ, огляд аналогів дозволяють виконати ескізний варіант компоновання виробу в цілому, без уточнення габаритних і настановних розмірів функціональних вузлів і всього виробу.

1.3 Розрахунок типорозміру друкованої плати

Типорозмір друкованої плати (ДП) – це фактично габаритні розміри плати, з урахуванням розміщення елементів схеми на ній і її установки в корпус.

Типорозмір ДП, наприклад: 60×80; 120×80; 140×200 і т.д. повинен відповідати основним стандартним типорозмірам друкованих плат, обговореним НТД підприємства-виробника і бути кратним 2,5 мм.

Типорозмір обчислюється через коефіцієнт заповнення ДП

$$K_{зан} = \frac{\sum_{i=1}^m S_{эл_i} \cdot n}{S_{пл}}, \quad (1.1)$$

де $\sum_{i=1}^m S_{эл_i}$ – сума настановних площ всіх елементів плати;

m – кількість груп елементів з однаковою настановною площею;

n – кількість елементів у групі;

$S_{пл}$ – площа плати.

Наставовна площа елемента визначається його габаритними та настановними розмірами (рис.1.1)

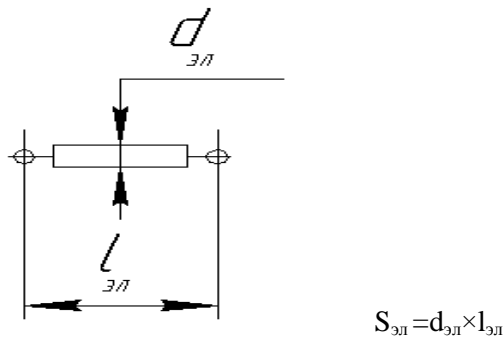


Рисунок 1.1 - Наставовна площа елемента

Коефіцієнт заповнення ДП вважається оптимальним від 0,4 до 0,8 залежно від елементної бази.

Розрахована площа плати ($S_{пл}$) прирівнюється до стандартного ряду лінійних розмірів ДП (ширина і довжина) у бік збільшення і таким чином, щоб співвідношення сторін було не більш ніж 1:2.

Розміщення і трасування ДП можна виконувати ручним, напівавтоматизованим і автоматизованим методами з використанням відповідного програмного забезпечення (наприклад, P-CAD).

Ескізний варіант розробки ДП дозволяє виконати креслення деталей ДП і складальне креслення друкованого вузла (ДВ). До складального креслення складається специфікація.

1.4 Розрахунок показників надійності

Показники надійності розраховуються по двох методиках: наближеної і повній.

Наближений розрахунок не враховує коефіцієнти електричного навантаження елементів (K_n) і умовно K_n приймається рівним одиниці.

Розглянемо наближений метод розрахунку.

Імовірність безвідмовної роботи визначається по формулі:

$$P = f(t) = e^{-\Lambda t} \quad (1.2)$$

$$\text{при } 0 \leq t \leq 3T_0$$

де Λ – сумарна інтенсивність відмов з обліком узагальненого експлуатаційного коефіцієнта, $1/200$;

t – час експлуатації, година.

$$\Lambda = K \sum_{i=1}^m I_{0i} n, \quad (1.3)$$

де K – узагальнений експлуатаційний коефіцієнт (табл.1.1)

$\sum_{i=1}^m I_{0i} n$ – сумарна інтенсивність відмов, $1/200$;

I_{0i} – середня інтенсивність відмов певної групи елементів, $1/200$

(таблиці додатків А и Б);

m – кількість груп елементів, що мають однакових значення I_{0i} ;

n – кількість елементів у групі.

Таблиця 1.1 – Значення узагальнених експлуатаційних коефіцієнтів

Умови експлуатації і тип апаратури	K
Лабораторна	1,0
Приміщення з регульованою температурою і вологістю	1,1
Космічний режим (вільне планування)	2,0
Стаціонарні наземні умови	2,5
Полева пересувна (з можливістю переносу) апаратура	4,0
Корабельна, для апаратури на транзисторах	7,6
Корабельна, для апаратури на лампах	40,0
Бортова літакова апаратура на транзисторах	13,3
Бортова космічна (з ракетним прискоренням при старті)	20,0
Бортова літакова апаратура на лампах	33,0
Бортова ракетна апаратура на транзисторах	62,0
Бортова ракетна апаратура на лампах	88,0

Наробіток на відмову:

$$T_0 = \frac{1}{\Lambda}, \quad [\text{год}]. \quad (1.4)$$

Строк експлуатації:

$$\dot{O}_{\text{вн}} = 3\dot{O}_0, \quad [\text{год}]. \quad (1.5)$$

Гарантійний строк роботи:

$$T_r = \frac{T_0}{(4-12)K_{\text{он}}M}, \quad [\text{рік}], \quad (1.6)$$

де T_0 – наробіток на відмову, годину;

(4-12) – кількість годин, що виріб працює в добу (у деяких випадках 24 години);

$K_{\text{дн}}$ – кількість днів на місяць, коли виріб експлуатується;

M – кількість місяців у році, коли виріб експлуатується.

2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вихідні дані

Вихідними даними для розробки конструкції і технології виготовлення ДВ є:

- технічний опис виробу;
- основні параметри виробу;
- схеми електричні;
- переліки елементів;
- тип виробництва.

2.2 Порядок виконання

2.2.1 Скласти ТЗ на розробку.

2.2.2 Провести аналіз ТЗ і надати пропозиції по реалізації конструкції і технології.

2.2.3 Розрахувати типорозмір ДП (розрахункові дані звести в табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Розрахункові дані

№ групи	Найменування елементів	Настановні розміри	Кількість елементів у групі	$S_{эл i} n$
Разом: $\sum_{i=1}^m S_{эл i} n =$				

2.2.4 Розрахувати показники надійності ($\Lambda; T_0; 3T_0; T_r$) та побудувати графік залежності $P = f(t)$. Дані звести в табл. 2.2 і табл. 2.3.

Таблиця 2.2 – Дані до розрахунку показників надійності

№ групи	Найменування елементів	Середнє значення інтенсивності відмов, $\times 10^{-6} 1/год$	Кількість елементів у групі	$I_{0i} \cdot n, 1/год$
Разом: $\sum_{i=1}^m I_{0i} \cdot n =$				

Таблиця 2.3 – Дані для побудови графіка безвідмовної роботи

t, година	0	0,25 T ₀	0,5 T ₀	T ₀	1,5 T ₀	2 T ₀	2,5 T ₀	3 T ₀	3,5 T ₀	4 T ₀
P (t)										

2.2.5 Випустити комплект конструкторської документації (КД):

- схему електричну принципову на ДВ;
- перелік елементів ДВ;
- складальне креслення ДВ;
- специфікація;
- креслення деталі ДП або результати автоматизованого трасування (перший і другий шари струмопровідного рисунку), дані по свердлінню отворів і обробці плати по контуру)

Оформлення комплексу КД проводити відповідно до вимог ЄСКД [9].

2.2.6 Запропонувати та надати обґрунтування пропозиції з урахуванням типу і умов виробництва; а також призначення і умов експлуатації виробу:

- матеріал ДП;
- технологію виготовлення ДП із вказівкою методів і технологій механічної обробки плати, одержання і формування рисунку плати;
- послідовність зборки ДВ.

3 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити титульний аркуш, зміст, виводи, список використаної літератури і розділи:

- перший - вихідні дані до роботи (назва виробу, область застосування і децимальні номери схеми електричної принципової та переліку елементів);
- другий - технічні вимоги до виробу;
- третій - аналіз ТЗ (схематичний аналіз, аналіз ЕБ);
- четвертий - розрахунок типорозміру ДП;
- п'ятий - розрахунок показників надійності і графік імовірності безвідмовної роботи;
- шостий - пропозиції до технології виготовлення ДП і ДВ.

До звіту додається комплект КД.

4 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 4.1 Що таке ТЗ?
- 4.2 Состав технічних вимог до виробу.
- 4.3 Що таке функціонально-вузловий метод конструювання?
- 4.4 Як впливають експлуатаційні вимоги на розробку конструкції?
- 4.5 За якими критеріями вибирається вид електромонтажу для заданої ЕБ?
- 4.6 Що таке типорозмір ДП?
- 4.7 Які основні правила розробки ДП?
- 4.8 Який комплект КД оформляється на конструкцію ДВ?
- 4.9 Які технічні вимоги повинні обов'язково бути присутні на кресленні ДП?
- 4.10 Які технічні вимоги повинні обов'язково бути присутні на складальному кресленні ДВ?
- 4.11 Від чого залежить вибір матеріалу ДП?
- 4.12 Критерії вибору технології виготовлення ДП?
- 4.13 Що таке наробіток на відмову?
- 4.14 Перелічите основні характеристики і параметри надійності роботи виробу?

5 ЛІТЕРАТУРА

1. Белинский В.Т. и др. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. К., 1992. – 494 с.
2. 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.
3. 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.
4. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие для вузов С.Е. Ушакова, В.С. Сергеев и др.; под ред. С.Е. Ушаковой - М.: Радио и связь, 1986. – 256 с.
5. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В двух книгах Кн.1. / под ред. П.Н. Учаева, изд. 3-е испр. - М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
6. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо и др. - Мн.: Высш. шк., 1988. -272 с.
7. Основы эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие для вузов. / А.К. Быкадоров, Л.Н. Кульбак и др. под ред. В.Ю. Лавриненко, - М.: Высшая школа, 1982. – 320 с.
8. Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр.отд., 1984. – 536 с.
9. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочное пособие. / Э.Т. Романова, А.К. Иванова, А.С. Куликова и др. - М.: Радио и связь, 1984. – 256 с.