

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інформаційних технологій та електроніки
(повне найменування факультету)

Кафедра електронних апаратів
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

спеціальності 171 – Електроніка
(шифр і назва спеціальності)

на тему **Електронний пристрій для контролю доступу до приміщення**

Виконала: студент групи Ел-22 м.

Христенко Д.А.
(прізвище, та ініціали) (підпис)

Керівник Тюндер І.С.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Завідувач кафедри Паєранд Ю.Е.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент Самойлова Ж.Г.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Київ – 2023

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
(м. Київ)

Факультет Інформаційних технологій та електроніки.

Кафедра Електронних апаратів.

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр.
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Спеціальність 171 – Електроніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕА

_____ Ю.Е. Паєранд
“ ___ ” _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Христенку Дмитру Андрійовичу.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Електронний пристрій для контролю доступу до приміщення

керівник проекту (роботи) Тюндер Ірина Сергіївна, ст. викл..
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 21.11.2023 року № 52/14.04

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 20.11.2023.

3. Вихідні дані до роботи Матеріали науково-дослідної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналітичний огляд

Аналіз технічного завдання

Розрахунок конструктивних параметрів виробу

Розрахунок технологічності виробу

Аналіз та облік вимог ергономіки та технічної естетики

Заходи щодо захисту від корозії, вологи, електричного удару, електромагнітних полів та механічних навантажень

5. Дата видачі завдання 01.09.2023.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд	01.08.23 - 19.08.23	
2	Аналіз технічного завдання	20.08.23 - 30.08.23	
3	Розрахунок конструктивних параметрів виробу	01.09.23 - 10.09.23	
4	Розрахунок технологічності виробу	15.09.23 - 31.09.23	
5	Аналіз та облік вимог ергономіки та технічної естетики	01.10.23- 24.10.23	
6	Заходи щодо захисту від корозії, вологи, електричного удару, електромагнітних полів та механічних навантажень	25.10.23- 07.11.23	
7	Оформлення пояснювальної записки	08.11.23 - 14.11.23	
8	Передача роботи на перевірку та рецензування	15.11.23 - 19.11.23	

Студент Христенко Д. А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) Паєранд Ю.Е.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 85 сторінок, 6 рисунків, 3 таблиць, 15 посилань.

Тема наукової роботи: «Електронний пристрій для контролю доступу до приміщення».

Об'єктом дослідження є електронний пристрій для контролю доступу до приміщення.

Мета роботи – полягає в розробці електронного пристрою, що дозволяє контролювати доступ до приміщень та розробити технічне завдання на нього.

В процесі роботи проведено аналіз існуючих розробок, проведений вибір і обґрунтування методу і принципів конструювання, методів виготовлення друкованих плат, способу охолодження на ранніх стадіях проектування, способу і методів герметизації, екранування і віброзахисту. Розглянуто заходи щодо захисту від корозії, вологи, електричного удару, електромагнітних полів та механічних навантажень

В результаті роботи запропоновано принцип роботи приладу, який забезпечив одночасну присутність у повітрі позитивних і негативних іонів.

Робота виконана за період навчання в магістратурі з 01 серпня 2023 року по 28 листопада 2023 року на кафедрі «Електронних апаратів» (завідувач кафедри, професор, канд. техн. наук Ю.Е. Паєранд).

БЛОК УПРАВЛІННЯ, ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ЗАМОК, СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ В ПРИМІЩЕННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Аналіз призначення блоку керування замком електромеханічним.....	10
1.2 Аналіз умов експлуатації.....	14
1.3 Аналіз існуючих розробок.....	18
1.4 Аналіз електричної схеми.....	20
1.5 Аналіз елементної бази, уніфікованих вузлів матеріалів конструкції..	25
1.6 Вибір та обґрунтування методів та принципів конструювання.....	34
1.7 Вибір способів та засобів теплозахисту, герметизації, віброзахисту та... екранування.....	37
2 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБУ.....	47
2.1 Компонувальний розрахунок блоків ЕА.....	47
2.2 Розрахунок теплового режиму блоку управління електромеханічним..... замком.....	52
2.3 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів друкованої..... плати. Вибір та обґрунтування методів виготовлення друкованої плати.....	54
2.4 Розрахунок механічної міцності та системи віброударного захисту.....	58
2.5 Повний розрахунок надійності.....	61
3 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВИРОБУ.....	64
4 АНАЛІЗ ТА ОБЛІК ВИМОГ ЕРГОНОМІКИ ТА ТЕХНІЧНОЇ ЕСТЕТИКИ..	68
5 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ, ВОЛОГИ,.....	
ЕЛЕКТРИЧНОГО УДАРУ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ТА.....	
МЕХАНІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	70
5.1 Захист від корозії, вологи.....	70
5.2 Захист від електричного удару, захист від впливу зовнішніх..... електромагнітних полів.....	73
5.3 Захист від механічних навантажень.....	76
ВИСНОВОК.....	78
ЛІТЕРАТУРА.....	79
ДОДАТКИ.....	81

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ЕА – електронна апаратура

БУ – блок управління

ЕМЗ - електромеханічний замок

СКДП - системи контролю доступу в приміщення

ЕБУ – електронний блок управління

ВСТУП

Конструювання електронної апаратури (ЕА) - складний творчий процес, що не має поки суворої всеохоплюючої математичної бази і що ведеться методом численних проб та послідовних наближень. Цей процес більше мистецтво, ніж наука, хоча вирішення багатьох проблем конструювання ґрунтується на використанні суворого математичного алгоритму, розрахунку теплових режимів, міцності, різних допусків. Тому незначні на перший погляд похибки або наближення, допущені на ранніх стадіях розробки ЕА, можуть стати причиною великих помилок у подальшій роботі.

Широке використання радіоелектронної апаратури в різних галузях науки і техніки призводить до необхідності забезпечення високої надійності її роботи при різноманітних кліматичних та механічних впливах. Труднощі виконання даної вимоги пов'язані з різним призначенням ЕА, місцем її установки і умовами експлуатації.

Про рівень надійності прийнято судити за здатністю ЕА безвідмовно працювати протягом заданого часу в певних умовах. Тому для оцінки ступеня відповідності ЕА пред'явленим до неї вимогам здійснюють технічний контроль і випробування на всіх етапах конструювання та виробництва. Отримана при цьому інформація про якість роботи ЕА та про причини її відмов спільно з даними реальної експлуатації дозволяє вжити своєчасних заходів щодо вдосконалення схеми та конструкції, а також технології виробництва.

Правильно організований технічний контроль і випробування сприяють значному підвищенню надійної роботи ЕА. У зв'язку з цим особливу актуальність набувають радіотехнічні пристрої, призначені для випробування та контролю, за допомогою яких перевіряється працездатність та придатність до експлуатації різного обладнання та приладів.

В останні роки з розвитком електроніки ускладнюється радіоапаратура. Характерний перехід від окремих радіоапаратів до складних комплексів і систем.

Однак створення подібної апаратури ставить перед її розробниками різні проблеми: ваги, обсягів та габаритів; надійності та довговічності; виробництва та серійності; економіки. Для подолання цих проблем необхідне їх комплексне рішення на загальній технічній базі.

Такою базою в даний час є комплексна механізація із застосуванням мікроелектроніки, впровадження уніфікації та стандартизації. Розробка схеми конструкції та технології стає єдиним процесом створення апаратури. Відпрацювання серійної здатності кожного виробу починається з моменту його зародження і продовжується в процесі його виробництва.

Цей дипломний проект у навчальному плані підготовки завершує цикл конструкторських та технологічних дисциплін. Завдання проекту полягає в тому, щоб, використовуючи знання, отримані при вивченні даних дисциплін навчитися створювати та моделювати конструкції радіоелектронної апаратури різного призначення, забезпечуючи сумісність з об'єктом установки та з оператором, з урахуванням патентної чистоти та патентоспроможності - забезпечувати надійність конструкцій за чотирма складовими - безвідмовності, довговічності, безпеки та ремонтоспроможності. Все це має органічно перенестися в єдине ціле у цьому магістерському проекті.

Сучасний етап науково-технічного прогресу характеризується масовим поширенням мікропроцесорної техніки. Вона настільки широко поширилася у всіх галузях народного господарства, що важко уявити, як обійдуться без неї всі процеси автоматизації та управління. Застосування ЕА, що реалізують на одній ВІС функції введення-виведення, зберігання та обробки даних, дозволяє досягати максимальної простоти та дешевизни систем управління. Одним з можливих варіантів застосування ЕА можна вважати використання їх для систем охоронно-пожежних сигналізації та контролю доступу до приміщень.

Використання в системах контролю доступу в приміщення кодової послідовності, що обробляється ЕА, повністю виключає підбір коду, а можливість підключення як виконавчий пристрій релейного замку з курковим механізмом взводу ригеля забезпечує надійну фіксацію дверей, що гарантує досить

надійний захист від злону. Існує, проте, і надійніший спосіб захисту – встановлення централізованої системи охоронно-контрольної сигналізації.

Однак головна перешкода для їх широкого впровадження - це необхідність наявності телефонного номера на об'єкті охорони і нестача відповідного обладнання у правоохоронних органів, що і не дозволяє вирішувати проблему масової охорони квартир і службових приміщень. Тому в магістерському проекті буде розроблений блок управління електромеханічним замком на електронних картках, що дозволяє контролювати доступ до приміщення.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз призначення блоку керування замком електромеханічним

Метою розробки є створення блоку управління електромеханічними релейними замками з курковим механізмом взводу ригеля і пусковим струмом не більше 1.0 А при напрузі 12 В, що відповідає сучасним вимогам. Призначення розробки - створення конструктивне закінченого пристрою.

Блок управління (БУ) замком електромеханічним призначений для роботи при температурах від мінус 10 до плюс 40°C, відносній вологості повітря до 80% та атмосферному тиску від 84 до 106 кПа

Виріб призначений для дрібносерійного виготовлення.

Джерелами розробки є схема електрична принципова блоку управління замком електромеханічним.

БУ (рис.1.1) повинен містити такі складові:

- модуль базовий;
- модуль процесорний;
- модуль світлової та звукової індикації.

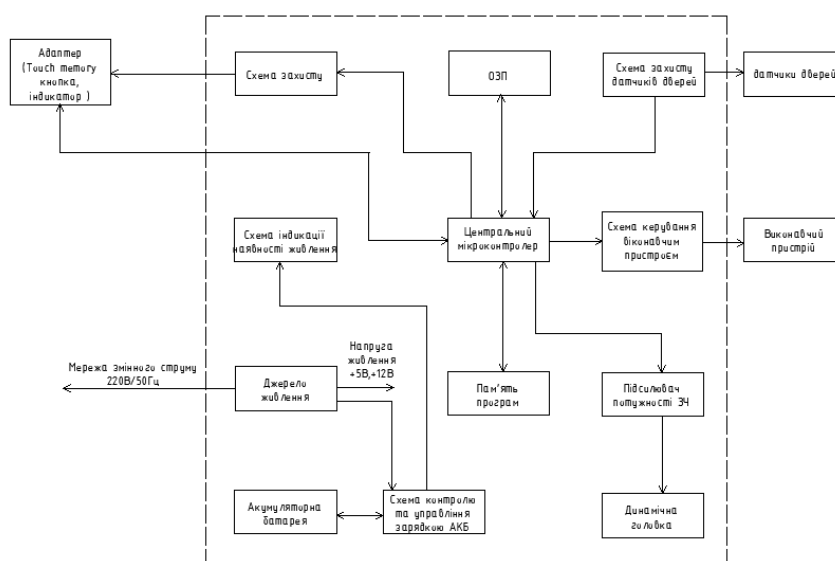


Рисунок 1.1 – Схема структурна блоку управління електромеханічним замком

Принцип побудови блоку управління замком електромеханічним повинен забезпечувати:

- взаємозамінність змінних однойменних складових частин;
- ремонтпридатність.

Габаритні розміри корпусу блоку повинні бути не більше, м: довжина - 0,185; ширина - 0,135; висота - 0,08.

Маса блоку без джерела резервного живлення повинна бути не більше ніж 3 кг.

Конструкція блоку повинна забезпечувати:

- зручність експлуатації;
- можливість ремонту;
- доступ до всіх елементів, вузлів, що потребують регулювання або заміни в процесі експлуатації.

Структура блоку та його конструктивне виконання повинні забезпечувати об'єднання складових частин у єдиний базовий конструктив. Блок повинен бути працездатним при електроживленні від однофазної мережі змінного струму номінальною напругою 220В і часто змінного струму 50 Гц.

Електрична міцність ізоляції блоку управління замком електромеханічним між струмовідними ланцюгами, а також між струмовідними ланцюгами та корпусом у нормальних кліматичних умовах експлуатації повинна забезпечувати відсутність пробоїв та поверхневих перекриттів ізоляції.

За стійкістю до впливу температури та вологості навколишнього середовища блок інтерфейсних адаптерів повинен відповідати кліматичному виконанню до категорії розміщення УХЛ 4.2 згідно з ДСТУ.

Для антикорозійного захисту поверхню деталей, складальних одиниць та блоку в цілому застосовувати гальванічні та лакофарбові покриття.

Корпус повинен бути виготовлений із листової сталі.

Корпус, передня панель та інші деталі зовнішньої поверхні блоку повинні мати захисне покриття і не мати дефектів, що псують зовнішній вигляд виробу (вм'ятин, слідів корозії, подряпин, тріщин та інших механічних пошкоджень).

Блок повинен експлуатуватися у виробничих приміщеннях категорії Д за СНіП 11-90-81.

1.1.1 Показники призначення.

БУ призначений для керування доступом до приміщень.

БУ призначений для підключення до електромеханічних релейних замків з курковим механізмом взводу ригеля і пусковим струмом не більше 1.0 А при напрузі 12 В. Потужність блоку, Вт не більше 2. Живлення блоку від однофазної мережі змінного струму напругою $220\text{В}\pm 10\%$ частоти $50\pm 0,5\text{Гц}$ з можливістю роботи від джерела резервного живлення напругою 12В.

1.1.2 Вимоги до надійності

Показники повинні відповідати заданим значенням за нормальних кліматичних умов (температура навколишнього середовища плюс 20°C , відносна вологість 60 %, атмосферний тиск $(84\dots 1037)\cdot 102\text{ Па}$); з відхиленнями напруги мережі 220В плюс 10% до мінус 15% від номінального значення, частотою $(50\pm 1)\text{ Гц}$.

Середнє напрацювання на відмову, год, не менше 20000. Можливість безвідмовної роботи 0,9. Середній час відновлення, год 1. Блок повинен витримувати вплив зовнішніх механічних та кліматичних факторів відповідно до ДСТУ для 1 групи апаратури. Після відновлення працездатності після закінчення ремонтно-відновлювальних робіт виріб повинен зберігати показники призначення, викладені в цьому документі.

1.1.3 Вимоги до технологічності та метрологічного забезпечення розробки.

Параметри блоку управління замком електромеханічним повинні контролюватись за допомогою стандартних вимірювальних приладів обслуговуючим персоналом середньої кваліфікації.

Конструкція виробу повинна забезпечувати можливість виконання монтажних робіт з дотриманням вимог технічних умов на встановлення та паяння комплектуючих виробів. Конструкція виробу в цілому та окремих складних вузлів повинна забезпечувати складання при виготовленні без створення та застосування спеціального обладнання. При виготовленні блоку керування замком

електромеханічним застосовуються стандартні методи та універсальні засоби вимірювань, серійне випробувальне обладнання. Допускається для проведення кліматичних перевірок при технологічному прогоні застосовувати спеціально приготовлену камеру або спеціально обладнане обладнання. Конструкція блоку повинна забезпечувати його складання та монтаж під час підготовки до експлуатації без застосування спеціального обладнання, пристроїв та інструменту. Трудомісткість виготовлення пристрою – не більше 5 годин.

1.1.4 Вимоги до рівня стандартизації та уніфікації.

В якості комплектуючих одиниць і деталей (комутаційні, вироби електроніки, кріпильні, настановні) повинні застосовуватися серійно випускаються вироби. Складальні одиниці типу монтажних плат, панелей, кріпильних та настановних вузлів повинні бути уніфікованими. У конструкції блоку повинні бути запозичені складальні одиниці, вузли та деталі з раніше розроблених виробів. Коефіцієнт уніфікації стандартних та запозичених деталей повинен бути не менше 0,5.

1.1.5 Вимоги безпеки та вимоги щодо охорони природи

Конструкцією блоку керування замком електромеханічним має бути забезпечена безпека персоналу під час експлуатації. За способом захисту людини від ураження електричним струмом блок повинен бути виготовлений відповідно до вимог клас захисту – 1. У блоці керування замком електромеханічним повинен бути забезпечений захист від коротких замикань. Як основне джерело живлення повинна застосовуватися мережа змінного струму частотою 50 Гц і напругою 220 В, як резервне джерело живлення – акумулятор напругою 12В, з часом автономної роботи не менше 36 год. Приєднувальні роз'єми електричних кіл повинні бути забезпечені написами, що відповідають їх приналежності та призначенню. Комутаційні вироби, що встановлюються в ланцюгах підвищеної напруги, повинні бути конструктивно виділені і не повинні одночасно комутувати інші ланцюги. Конструкція пристрою повинна унеможливити потрапляння всередину сторонніх предметів. В експлуатаційних документах за вимогами техніки безпеки повинні бути дотримані правила технічної експлуатації електроустановок

споживачем та правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачем.

1.1.6 Естетичні та ергономічні вимоги

Блок за своїми ергономічними показниками повинен забезпечувати зручність експлуатації. Органи індикації мають бути розміщені з достатнім оглядом.

1.2 Аналіз умов експлуатації

Блок керування замком електромеханічним повинен бути виконаний для кліматичного виконання та нормально функціонувати за наступних кліматичних умов:

- верхнє значення температури навколишнього середовища, °С плюс 35;
- нижнє значення температури навколишнього середовища, °С плюс 10;
- відносна вологість повітря при температурі плюс 20°С, % 60.

Гранично допустимі умови експлуатації блоку повинні відповідати:

- верхнє значення температури навколишнього середовища, °С плюс 40;
- нижнє значення температури навколишнього середовища, °С плюс 1;
- відносна вологість повітря при температурі плюс 25°С, % 80;
- атмосферний тиск, кПа (мм рт.ст.) 84,0 ... 107,0 (630 ... 800).

Час підготовки блоку до експлуатації після транспортування та зберігання не повинен перевищувати 1 години. Робочий режим у блоці повинен встановлюватися не більше ніж через 1 хвилину після увімкнення.

Виходячи з вищесказаного, блок управління замком електромеханічним буде виготовлятися в кліматичному виконанні УХЛ.

Слід зазначити, що вироби у виконанні УХЛ можуть експлуатуватися в теплому вологому, жаркому сухому і дуже жаркому сухому кліматичних районах, в яких середня з щорічних абсолютних максимумів температура повітря вище плюс 40 °С, та відносної вологості, що дорівнює або вище 80%,

спостерігається більше 1 години на добу за безперервний період більше двох місяців на рік.

Вироби в різних кліматичних виконаннях залежно від місця розміщення при експлуатації в повітряному середовищі на висотах до 4300 м виготовляють за категоріями розміщення виробів.

Розроблений блок управління замком електромеханічним призначений для експлуатації в приміщеннях (обсягах) зі штучно регульованими кліматичними умовами, наприклад, в закритих опалювальних або охолоджуваних і вентиляваних виробничих та інших приміщеннях (відсутність впливу атмосферних опадів, прямого сонячного випромінювання, вітру, піску, пилу зовнішнього повітря, відсутність або суттєве зменшення впливу розсіяного сонячного випромінювання та конденсації вологи), а конкретніше - у лабораторних, капітальних житлових та інших подібного типу приміщеннях. Отже, блок управління замком електромеханічним відноситься до категорії виконання 4.2.

Нормальні значення кліматичних факторів зовнішнього середовища при експлуатації виробів приймають рівними наступним значенням:

- верхнє робоче значення температури навколишнього повітря під час експлуатації, °C +35;
- нижнє робоче значення температури навколишнього повітря під час експлуатації, °C +10;
- верхнє граничне робоче значення температури навколишнього повітря під час експлуатації, °C +40;
- нижнє граничне робоче значення температури навколишнього повітря під час експлуатації, °C +1;
- величина зміни температури навколишнього повітря за 8 год., °C 40;
- верхнє значення відносної вологості при температурі плюс 25 °C, % 80;
- середньорічне значення відносної вологості при температурі плюс 20 °C, % 60;
- середньорічне значення абсолютної вологості, м 10;

- верхнє робоче значення атмосферного тиску, кПа (мм рт. ст.) 106,7 (800);
- нижнє робоче значення атмосферного тиску, кПа (мм рт. ст.) 86,6 (650);
- нижнє граничне робоче значення атмосферного тиску, кПа (мм рт. ст.) 84,0 (630).

Вказане верхнє значення відносної вологості повітря нормується також при більш низьких температурах; при більш високих температурах щодо вологості нижче.

Розроблений пристрій призначений для експлуатації в районах з помірним і холодним кліматом.

До макрокліматичного району з помірним кліматом відносяться райони, де середня з абсолютних максимумів температура повітря дорівнює або нижче плюс 40 °С, а середня із щорічних абсолютних мінімумів температура повітря дорівнює або вище мінус 45 °С.

До макрокліматичного району з холодним кліматом відносяться райони, в яких середня з щорічних абсолютних мінімумів температура повітря нижче мінус 45 °С.

Оскільки нормоване верхнє значення відносної вологості 80%, конденсація вологи не спостерігається.

Вміст в атмосфері на відкритому повітрі корозійно-активних реагентів: сірчистий газ, мг/м, трохи більше 0,025; хлориди, мг/м, трохи більше 0,00035.

Зміст корозійно-активних реагентів в атмосфері приміщень категорії 4 в 2-5 разів менший від зазначеного і встановлюється на підставі вимірювань, але оскільки дані вимірювань відсутні, то вміст корозійно-активних агентів приймаємо рівним 30% зазначеного.

За нормальні значення факторів довкілля при випробуваннях виробу (нормальні кліматичні умови випробувань) приймаються такі: температура, °С $+25\pm 10\%$; відносна вологість повітря, % 45...80; атмосферний тиск, мм рт. ст. 630...800.

Так як блок управління замком електромеханічним призначений для роботи в нормальних умовах, як номінальні значення кліматичних факторів зазначені вище приймають нормальні значення кліматичних факторів зазначені вище.

За ефективну температуру навколишнього середовища (при теплових розрахунках) приймається максимальне значення температури.

За ефективні значення поєднання вологості та температури при розрахунках параметрів виробу, зміна яких викликається порівняно тривалими процесами, приймаються середньомісячні значення поєднань вологості та температури в найбільш теплий та вологий період (з урахуванням тривалості їх впливу).

За ефективні значення концентрації агресивного середовища набувають середнього логарифмічного значення вмісту корозійно-активних реагентів, відповідного даному типу атмосфери. За ефективне значення тиску повітря приймається середнє значення тиску. Група умов експлуатації за корозійною активністю для металів і сплавів без покриттів, а також з неметалевими та неметалевими неорганічними покриттями - 1.

Вимоги до маркування та упаковки

Маркування блоку керування замком електромеханічним повинне відповідати вимогам ДСТУ. Маркування виконують у будь-який спосіб. Спосіб та якість виконання маркування має забезпечувати чітке та ясне зображення її протягом терміну служби блоку.

Кожен виріб в упаковці повинен фіксуватися у транспортній тарі. Під час постачання виробу на експорт усі написи виконуються мовою, обумовленою у договорі на постачання.

Вимоги до транспортування та зберігання

Упаковані вироби перевозити лише у закритому транспорті. Вимоги до виду транспорту не пред'являються.

Умови транспортування виробу в тарі для транспортування повинні відповідати таким вимогам:

температура навколишнього повітря, °C \pm 50;

- відносна вологість повітря при плюс 30°C, % 95;

- атмосферний тиск, кПа (мм рт.ст.) 84,0 ... 107,0 (630 ... 800).

Розміщення та кріплення упакованих виробів у транспортних засобах повинно забезпечувати їх стійке положення, виключити можливість ударів їх один про одного.

Блок управління замком електромеханічним повинен зберігатися в упаковці у складських приміщеннях у виробника та споживача при температурі повітря від плюс 5 до плюс 35°C та відносної вологості повітря не більше 85 %. У приміщеннях для зберігання не повинно бути агресивних домішок (парів, кислот, лугів), що викликають корозію. Відстань між стінами, підлогою сховища та виробом має бути не менше 100 мм, а між опалювальними пристроями не менше 0,5 м.

1.3 Аналіз існуючих розробок

У зв'язку зі специфікою об'єкта розробки, інформація на цю тему публікувалася лише у літературі службового користування чи з грифом "таємно". Тому в огляді існуючих розробок будуть використані матеріали відкритих виставок.

Перш ніж зробити огляд систем, розглянути їх основні переваги та недоліки, дамо визначення електронного замку.

Електромеханічний замок (надалі ЕМЗ) - сукупність спільно діючих технічних засобів для управління доступом в приміщення.

1.3.1 Замок кодовий електронний ЗКЕ-4-10

Структурна схема цієї системи наведено на рисунку 1.2.

Головний недолік цієї системи - те, що вона призначена для внутрішніх приміщень і забезпечує фіксацію дверей тільки в одній точці. До існуючих недоліків пристрою можна віднести так само обмежену кількість варіантів коду (5040) і велике енергоспоживання.

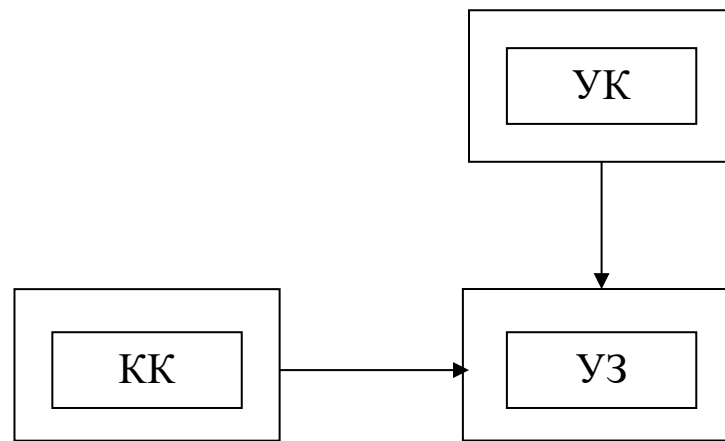


Рисунок 1.2 – Структурна схема електромеханічного замку

КК - кодовий пристрій. Призначено для зберігання кодової послідовності;
 УЗ - пристрій замикаючий; КК – ключ кодовий.

Містить: клавіатура і сигнальну лампу.

Електронний кодовий замок Smart Guard Plus

Переваги:

- використання в зовнішніх дверях;
- індивідуальне програмування часу та повноважень доступу для кожного з 900 користувачів;
- ідентифікація користувача за унікальним 48-розрядним кодом персонального електронного ключа Touch Memory.

Недоліки:

- порівняно висока вартість для вітчизняних споживачів;
- забезпечує фіксацію дверей в одній точці.

Таких же недоліків не позбавлений і автономний комплекс контролю доступу до приміщення Smart Latch.

Особливо висока вартість, поряд з відсутністю аналогічних вітчизняних систем, стримує впровадження зарубіжних систем для контролю доступом в приміщення.

1.4 Аналіз електричної схеми

У цій роботі поставлено завдання розробки лише одного блоку системи контролю доступу в приміщення (СКДП) - електронного блоку управління (ЕБУ). Проте задля аналізу вихідних даних необхідно розглянути систему загалом. Схема електрична ЕБУ наведена на рис. 1.3.

Замок електромеханічний призначений для обмеження доступу в приміщення, що охороняються, і може експлуатуватися як автономно, так і у складі охоронних пристроїв і пристроїв "електронний вахтер". Замок є врізним дверним замком і встановлюється безпосередньо в самі двері.

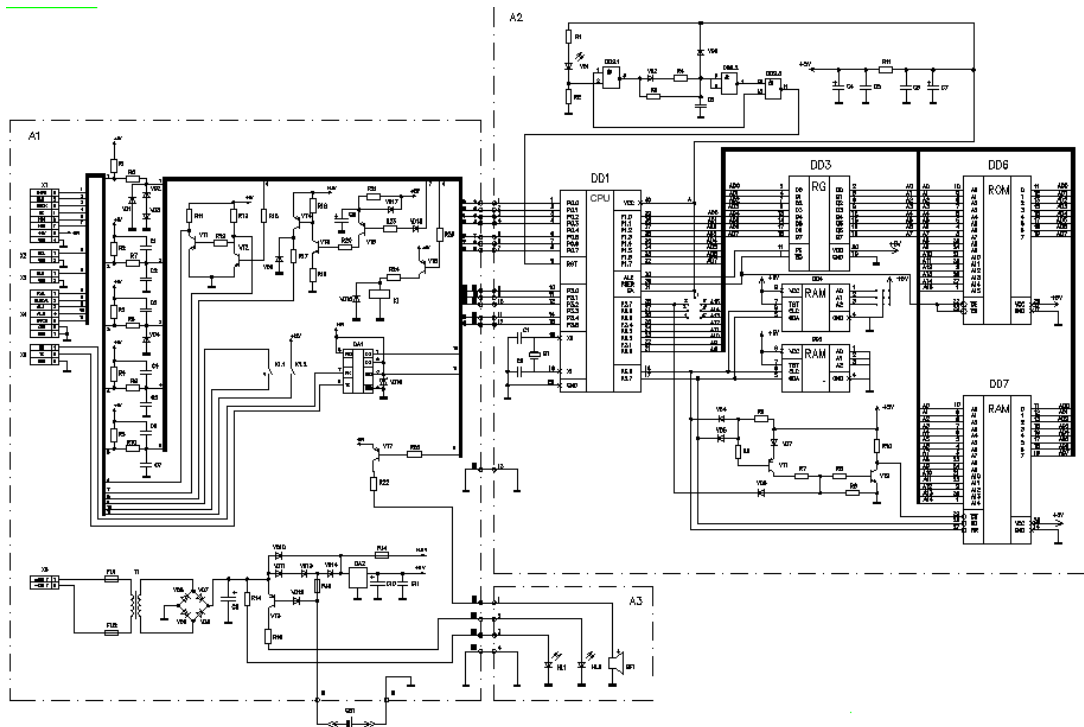


Рисунок 1.3 – Схема електрична принципова

Система розроблена за модульним принципом і включає наступні блоки:

- блок управління (БУ);
- електромеханічний замикаючий пристрій - виконавчий механізм (ЕЗП);
- електронні картки-ключі.

Блок управління, надалі БУ, призначений для управління релейними замками з курковим механізмом взводу ригеля з пусковим струмом не більше 1.0 А при напрузі 12 В. Управління замками здійснюється за допомогою електронних карток таблеткової конструкції DS1990, DS1994,).

БУ має функції автономної охорони дверей, що забезпечується підключенням стандартного магніточутливого дверного датчика та зовнішнього звукового або світлового оповіщувача.

БУ складається з наступних складових функціональних частин:

- електронний блок управління (ЕБУ);
- накладка зовнішня;
- внутрішня накладка;

ЕБУ та накладки виконані у вигляді самостійних конструктивних одиниць, що дозволяє залежно від планування приміщення, типу дверей тощо, встановлювати ці складові за місцем.

Електронний блок управління, є основною частиною БУ, виконаний у розбірному металевому корпусі. На передній панелі блоку встановлено світлодіодні індикатори мережі та наявності акумулятора резервного живлення. Для живлення ЕБУ використовується мережна напруга 220В або акумулятор резервного живлення напругою 12В.

Електронний блок керування здійснює всі необхідні функції, пов'язані із запам'ятовуванням та впізнаванням ключів, індикацією режимів, видачею сигналів керування на ЕЗП.

У корпусі ЕБУ розташовуються:

- базовий модуль;
- модуль світлової та звукової індикації;
- мікропроцесорний модуль.

Мікропроцесорний модуль управляє режимами роботи БУ, приймає та обробляє сигнали ключів, датчика, кнопок, забезпечує зберігання кодів ключів, видає сигнали управління замком, оповіщення та тривоги.

Базовий модуль забезпечує:

- формування напруг необхідних для роботи БУ, виконавчого реле замку, виносного звукового або світлового оповіщувача;
- автоматичну підзарядку та підключення акумулятора резервного живлення, при зникненні напруги мережі;
- узгодження модуля контролера із зовнішніми пристроями;
- посилення сигналів управління замком, індикації, оповіщення та тривоги.

Блок управління встановлюється в приміщенні, у зручному для доступу місці, але не далі 10 м від дверей.

Накладка зовнішня, конструктивно оформлена в декоративному металевому корпусі і містить: плату з контактним пристроєм ключів та світлодіодним індикатором режимів, кнопку виклику.

Встановлюється на зовнішній стороні дверей та закріплюється за допомогою двох гвинтів із боку внутрішньої накладки.

Накладка внутрішня, конструктивно оформлена в декоративному металічному корпусі і містить кнопку відкривання замку і комутаційну перехідну плату для підключення накладки зовнішньої, магніточутливого датчика і ЕБУ.

Електронні картки виконують функцію ключів і являють собою електронну схему, вбудовану в герметичний корпус таблеткової конструкції. Кожна картка має записаний у ній індивідуальний 48-розрядний код, який не може бути змінений. Велика кількість комбінацій кодів виключає можливість їх підбору та повторення

Крім звичайних карток, які користувач може придбати незалежно, замок комплектується спеціальною картокою ("майстер-ключ") за допомогою якої здійснюється завдання режимів роботи БО, а також програмування та стирання кодів ключів.

Виробник карток - американська фірма "DALLAS" гарантує їхню безвідмовну роботу протягом 10 років.

Електромеханічне замикаючий пристрій, є виконавчим механізмом замку. Як ЕЗУ використовується механізм із курковим механізмом взводу ригеля з

пусковим струмом не більше 1.0 А при напрузі 12 В (таких марок як COMMAX, CISA, ABLOY).

1.4.1 Основні технічні параметри :

- кількість електронних карток-ключів, програмованих у пам'ять БО - 32;
- режим програмування та стирання ключів - списковий, виборчий;
- максимальний пусковий струм управління замком, при напрузі 12, не більше, А - 1,5;
- напруга живлення - (220 ± 22) В;
- споживана від мережі потужність у черговому режимі, трохи більше, Вт - 1,5;
- максимальна потужність виносного звукового або світлового оповіщувача, що підключається, не більше $V \cdot A - 4,0$;
- резервне джерело живлення - акумулятор 1,2 А · год; (автоматичні підключення та підзарядка);
- час автономної роботи з резервним джерелом
- габаритні розміри БУ, не більше, мм 185x135x80;
- маса БУ без резервного джерела живлення, не більше кг 3.

1.4.2 Принцип роботи

Робота ЕБУ передбачає:

- формування та видачу сигналів управління замком;
- запис та зберігання кодів електронних карток-ключів;
- стирання кодів ключів, які втратили повноваження;
- завдання та скасування режимів роботи;
- обробку сигналів дверного датчика;
- управління оповіщувачами в режимі охорони.

Принцип роботи БУ заснований на використанні, як ключів, електронних карток, кожна з яких має свій унікальний код. Обробка, запис та стирання кодів, а також управління всіма режимами роботи БУ здійснюється мікроконтролером ЕБУ. Передача кодів з електронної картки на мікроконтролер здійснюється при торканні нею контактної пристрою за командами мікроконтролера. Коди

ключів, що мають повноваження на управління БУ записуються в енергонезалежну пам'ять ЕБУ і зберігаються при повністю знеструмленому пристрої не менше 10 років.

Оскільки, мікроконтролер здійснює тільки читання кодів електронних карток, повністю виключена можливість зовнішнього несанкціонованого доступу до записаних кодів ключів і втручання в режими роботи БУ.

Установка режимів, запис та стирання карток здійснюється за допомогою спеціальної картки - "майстер-ключ", що входить в комплект замку. Кожен БУ має єдиний "майстер-ключ".

Відкриття замку з внутрішньої сторони здійснюється натисканням кнопки внутрішньої накладки або виносної кнопки.

БУ видає дзвінковий сигнал відвідин при натисканні кнопки зовнішньої накладки.

Світлодіодний індикатор контактної пристрою показує стан замка/двері. Колір індикатора змінюється з червоного на зелений при відкритті замку. Зворотна зміна кольору відбудеться тільки при відкриванні та наступному закриванні дверей.

У режимі охорони вбудований звуковий оповіщувач БУ видає довгі переривчасті сигнали оповіщення, при незачинених дверях більше 20 сек. При несанкціонованому відкриванні дверей (без пред'явлення електронної картки, натискання внутрішньої кнопки) звуковий оповіщувач видає безперервні короткі звукові сигнали і здійснює видачу сигналів на зовнішній світловий або звуковий оповіщувач потужністю не більше 4 Вт з частотою 1 Гц.

Вимкнення сигналів тривоги можливе лише запрограмованим ключем.

Світлодіоди на передній панелі ЕБУ показують наявність мережі та акумулятора резервного живлення:

- червоний та зелений – є мережа, є акумулятор;
- тільки червоний - є мережа, немає акумулятора;
- відсутність світіння обох індикаторів - немає мережі.

В останньому випадку про наявність акумулятора можна судити з індикатора контактного пристрою.

БУ не призначений для експлуатації в приміщеннях для зберігання активних хімікатів, а також в приміщеннях, що містять пил і домішки, що викликають корозію металевих частин і пошкодження електричної ізоляції.

1.5 Аналіз елементної бази, уніфікованих вузлів та матеріалів конструкції

1.5.1 Вибір та обґрунтування елементної бази

Вибір елементної бази проводиться на основі схеми електричної принципової з урахуванням вимог, викладених у технічному завданні. Експлуатаційна надійність елементної бази багато в чому визначається правильним вибором типу елементів при проектуванні (блоку управління замком електромеханічним) і використанні в режимах, що не перевищують допустимі.

Слід зазначити, що нижче розглядаються допустимі режими роботи і накладені при цьому обмеження в залежності від факторів, що впливають лише з точки зору стійкої роботи самих елементів, не торкаючись схемотехніки і впливу параметрів описуваних елементів на інші елементи.

Вплив Е.Д.С. шумів, коефіцієнтів нелінійності, паразитних ємності та індуктивності та ін, повинні враховуватися додатково виходячи з конкретних умов застосування.

Для правильного типу елементів необхідно на основі вимог до встановлення в частині кліматичних, механічних та ін. впливів проаналізувати умови роботи кожного елемента та визначити:

експлуатаційні фактори (інтервал робочих температур, відносну вологість навколишнього середовища, атмосферний тиск, механічні навантаження та ін);

значення параметрів та його допустимі зміни у процесі експлуатації (номінальне значення, допуск, опір ізоляції, шуми, вид функціональної характеристики та інших.);

допустимі режими та робочі електричні навантаження (потужність, напруга, частота, параметри імпульсного режиму тощо);

показники надійності, довговічності та збереження;

критерієм вибору електрорадіоелементів (ЕРЕ) в будь-якому радіоелектронному пристрої є відповідність технологічних і експлуатаційних характеристик ЕРЕ заданим умовам роботи та експлуатації.

Основними параметрами при виборі ЕРЕ є:

а) технічні параметри:

- номінальне значення параметрів ЕРЕ згідно з принциповою електричною схемою пристрою;

- допустимі відхилення величин ЕРЕ від їхнього номінального значення;

- допустима робоча напруга ЕРЕ;

- допустиме розсіювання потужності ЕРЕ;

- діапазон робочих частот ЕРЕ;

- коефіцієнт електричного навантаження ЕРЕ.

б) експлуатаційні параметри:

-діапазон робочих температур;

-відносна вологість повітря;

- тиск довкілля;

- вібраційні навантаження;

- інші (спеціальні) показники.

Додатковими критеріями при виборі ЕРЕ є:

- уніфікація ЕРЕ;

- маса та габарити ЕРЕ;

- найменша вартість;

- надійність.

Вибір елементної бази за вищезгаданими критеріями дозволяє забезпечити надійну роботу виробу. Застосування принципів стандартизації та уніфікації при виборі ЕРЕ, а також конструюванні виробу дозволяє отримати такі переваги:

- суттєво скоротити терміни та вартість проектування;

- скоротити на підприємстві виготовлювачі номенклатуру застосовуваних деталей і складальних одиниць, збільшити застосованість і масштаб виробництва;

- виключити розробку спеціальної оснастки та спеціального обладнання для кожного нового варіанту РЕА, тобто. спростити підготовку виробництва;

- створити спеціалізоване виробництво стандартних і уніфікованих складальних одиниць для централізованого забезпечення підприємств;

- покращити експлуатаційну та виробничу технологічність;

- знизити собівартість виробу.

Враховуючи вищесказане, перейдемо до вибору елементної бази розробляється блоку управління електромеханічного замку.

Схема електрична принципова розроблюваного блоку управління наведена в додатку.

Тут застосовані:

- мікросхеми КР561ТЛ1, КР142ЕН5А;

- процесор ЕКР1830ВЕ31;

- пам'ять D27С64;

- ППЗУ ЕКР1568РР1;

- регістр ЕК1554ІР22;

- резистори С2-23-0,125, С2-23-0,5, С2-23-2;

- конденсатори типу К50 35, МО21;

- транзистори КТ3102ГМ, КТ3107ГМ, КТ973А;

- діоди КД243, КД522А;

- світлодіоди АЛ307;

- резонатор кварцовий на 4МГц;

- трансформатор;

- вставка плавка ВП1-1;

- динамічна головка 0,5ГДШ - 2 - 8Ом.

Проведемо порівняльну оцінку заданих умов експлуатації та допустимих експлуатаційних параметрів РЕЕ що використовуються в даних модулях.

З довідкової літератури маємо такі дані про умови експлуатації аналогових мікросхем серії КР142:

- інтервал робочих температур $-20\dots+850\text{C}$
- багаторазова циклічна зміна температури $-20\dots+850\text{C}$
- відносна вологість повітря при температурі 200C до 98%
- атмосферний тиск $0.67\dots31\text{кПа}$

Зіставляючи задані умови експлуатації приладу та умови експлуатації мікросхем даної серії, укладаємо, що обрана серія мікросхем придатна для експлуатації в даних умовах.

З довідкової літератури маємо такі дані про умови експлуатації конденсаторів наступних типів:

а) для конденсаторів типу К50 35:

- температура довкілля $-20\dots+700\text{C}$
- відносна вологість повітря при 400C до 98%
- тангенс кута втрат за нормальних кліматичних умов 15...40%
- атмосферний тиск від 0.67 до 31 кПа
- мінімальне напруження при температурі 700C 2000 годин
- термін зберігання 5 років

б) конденсаторів типу М021:

- температура довкілля від -60 до 1500C
- відносна вологість повітря при 350C до 98%
- атмосферний тиск від 10-6 до 800 мм.рт.ст.
- мінімальне напруження 10000 годин

Зіставляючи умови експлуатації приладу та умови експлуатації пропонуваніх типів конденсаторів, укладаємо, що ці типи придатні для експлуатації в заданих умовах.

З довідкової літератури [19] маємо дані про умови експлуатації застосовуваних у пристрої транзисторів КТ3102:

- гранична частота при $V_{кб} = 5\text{В}$, $I_e = 10\text{мА}$ не менше 900МГц
- постійна напруга $V_{ке}$ при $R_{еб} < 3\text{кОм}$ 15В

- постійний струм колектора 30мА
- температура довкілля від 213 до 398К
- розсіювана потужність при $T=213...338\text{K}$, $p<665\text{Па}$ 150мВт
- при $T = 398\text{K}$ 60мВт

З довідкової літератури маємо такі дані про умови експлуатації резисторів типу С2-23:

- інтервал робочих температур $-60...+1550\text{C}$
- відносна вологість повітря при температурі 400С до 98%
- тиск навколишнього середовища, мм. рт.ст. 5...2280

Зіставляючи задані умови експлуатації приладу та умови експлуатації резисторів, укладаємо, що обраний тип придатний для експлуатації в даних умовах.

З довідкової літератури [18] маємо такі дані про умови експлуатації діодів типу КД522:

- інтервал робочих температур $-60...+1250\text{C}$
- відносна вологість повітря при температурі 200С до 98%
- тиск навколишнього середовища, мм.рт.ст. 5...800

Зіставляючи задані умови експлуатації приладу та умови експлуатації діодів, укладаємо, що вибраний тип придатний для експлуатації в даних умовах.

Зіставлення характеристик інших ЕРЕ (мікросхем, діодів, транзисторів, і т.д.), що використовуються в модулях замку, з умовами експлуатації, дозволяє укласти, що названі ЕРЕ придатні для експлуатації в заданих умовах.

Порівняльний аналіз з використання елементної бази в даних модулях згідно з запропонованою схемою електричної принципової показав відповідність експлуатаційних і технічних характеристик ЕРЕ заданим умовам експлуатації.

У результаті зіставлення умов експлуатації приладу, що розробляється, і умов експлуатації застосовуваних в ньому ЕРЕ провели вибір елементної бази. Вибрана елементна база є уніфікованою.

1.5.2 Вибір матеріалів конструкцій

Вибір матеріалів конструкцій виробу, що розробляється, проводимо відповідно до вимог, викладених у ТЗ.

Матеріали конструкцій повинні мати такі властивості:

- мати малу вартість;
- легко оброблятися;
- бути легким;
- мати достатню міцність і легкість;
- зовнішній вигляд матеріалу кожуха, лицьової та задньої панелей повинен відповідати вимогам ТЗ;
- зберігати свої фізико-хімічні властивості.

Застосування уніфікованих матеріалів конструкцій, обмеження номенклатури застосовуваної деталі дозволяє зменшити собівартість виробу, що розробляється, поліпшити виробничу та експлуатаційну технологічність.

Збереження фізико-хімічних властивостей матеріалів у процесі їхньої експлуатації досягається вибором для них необхідних покриттів. При виборі покриттів для матеріалів конструкцій необхідно керуватися рекомендаціями та вимогами викладеними в ДСТУ9.303 84 та ОСТ4ГО.014.000.

Виготовлення деталей конструкції типовими технологічними операціями також дозволяє знизити витрати при серійному випуску виробу в промисловості. При виготовленні РЕА найбільш широке застосування знайшли такі технологічні операції:

- штампування;
- точкове електрозварювання;
- та інші.

Для приладу, що розробляється, враховуючи програму випуску доцільно застосування деталей, виготовлених штампуванням.

Холодне штампування відноситься до найбільш прогресивних способів виготовлення заготовок деталей з листа і стрічки вирубкою, витяжкою, проколкою, гнучкою і т.д. Однак доцільність її застосування визначається низкою умов і насамперед серійністю випуску виробу, конфігурацією деталі, механічними властивостями матеріалу, необхідної точності виготовлення деталі.

Деталі з листового матеріалу в найбільш загальному вигляді можна розділити на плоскі, гнуті та об'ємні (порожністі), а відповідні операції холодного штампування - на вирубку гнучку і витяжку.

Плоскі заготівлі, одержувані холодним штампуванням, засновані на різанні матеріалів (відрізка, вирубка, пробивка, надрізка, зачищення тощо), можна виготовляти з усіх металів та їх сплавів, а також з багатьох неметалевих матеріалів. Гнуті та об'ємні (порожністі) деталі, одержувані пластичним деформуванням матеріалів, доцільніше виготовляти з матеріалів з порівняно малою межею плинності, низькою твердістю та великим відносним подовженням.

Аналіз найбільш поширених конструкцій заготовок деталей, що виготовляються холодним штампуванням, дозволяє встановити деякі технологічні особливості їх конструювання, відповідно до яких слід:

- ширше застосовувати штампосварні конструкції;
- враховувати технологічні особливості різних штампувальних операцій;
- для збільшення міцності деталей застосовувати ребра жорсткості, загинання фланців, отбортовку і закатування кромки;
- уникати складних кривих (коло), внутрішніх укосів;
- забезпечувати конфігурацію деталей або її розгортки, що дає найвигідніше використання листового матеріалу і дозволяє застосовувати маловідходний або безвідходний розкрій;
- якщо відходи неминучі, то бажано надавати їм конфігурацію, що відповідає іншій деталі, узгодженням конфігурації та розташування зовнішнього контуру однієї деталі із зовнішнім контуром іншої або використання відходів внутрішнього контуру;
- знижувати трудомісткість виготовлення деталі за допомогою стандартних профілів;
- максимально уніфікувати марки матеріалу та зменшувати номенклатуру застосовуваних товщин матеріалу.

- плоскі деталі з листового матеріалу товщиною від 0.05 до 25мм можна відрізати на гільйотинних ножицях, у відрізних штампах та вирубувати у штампі на пресі.

Спосіб отримання деталі залежить від контуру деталі чи розгортки. Уніфікація розмірів елементів, що вирубуються (отворів, пазів, виступів, радіусів сполучення) дозволяє використовувати поелементне штампування. Мінімальна ширина деталі для окремих ділянок її контуру залежить від товщини металу та його механічних властивостей. Товщина матеріалу заготовки, її ширина також впливає на конструктивні форми заготовок при виготовленні їх аналізованим способом.

Основні технологічні вимоги до конструкції гнучої деталі полягають у забезпеченні форми згинання. Найбільш технологічні Р образні і П образні перерізи, тобто. деталі типу куточків та скоб.

При виборі конструкції деталі, виготовленої гнучкою, рекомендується:

- при згинанні твердих і малопластичних металів (бронза, сильно наклепана латунь, стрічка пружинної сталі та ін) лінію згину розташовують перпендикулярно напрямку прокату;

- мінімально допустимі радіуси застосовувати тільки за необхідності;

- якщо деталь має П образну форму і скошені до зони деформації бічні сторони, то відбувається неповний вигин, а в місці вигину - зминання заготовки.

Штаповані деталі виготовляються двома групами технологічних операцій: розділові та формоутворюючі. До першої групи належать операції відрізки, вирубки, пробивання і т.п. До другої групи відносяться операції згинання, витяжки, висадки і т.п. Вартість штапованої деталі тим менша, чим простіше її форма та розміри.

Для виготовлення деталей з листових матеріалів застосовують різноманітні матеріали, як металеві, так і неметалеві. З металічних сплавів широке застосування отримали алюмінієві сплави зі сталі, використовується також латунь і магнієві сплави. Враховуючи спеціальні вимоги до міцності приладу,

рекомендується виготовляти кожух і основу приладу зі сталі товщиною 1.5...2мм. Виходячи з вищесказаного, вибираємо сталь марки Ст08кп.

Для виготовлення друкованих плат у РЕА найбільш широке поширення отримали склотекстоліт та гетинакс. Матеріал для виготовлення друкованої плати повинен мати такі показники (в заданих умовах експлуатації РЕМ):

- велику електричну міцність;
- малі діелектричні втрати;
- допускати штампування;
- витримувати короткочасну дію температури до плюс 2400С у процесі паяння на платі ЕРЕ;
- мати високу вологостійкість;
- бути дешевим;
- мати хімічну стійкість до дії хімічних розчинів, що використовуються в техпроцесах виготовлення плати.

СФ-2-35-1,5 ДСТУ 10316-78 - склотекстоліт фольгований призначений для виготовлення друкованих плат із підвищеними діелектричними властивостями.

Поверхневий електричний опір після кондиціонування в умовах 96ч/плюс 40°С/ 93%, Ом не менше 1010

У таблиці 1.1 наведено матеріали, які використовуються виготовлення блоку управління замком на електронних ключах.

Таблиця 1.1 – Застосовувані матеріали.

Найменування виробу	Марка матеріалу	Покриття
Корпус	Ст08кп	Емаль ГФ-245-ПМ світло-сіра
Кришка	Ст08кп	Емаль ГФ-245-ПМ світло-сіра
Плата друкована	СФ-2-35	Сплав «Розе»

1.6 Вибір та обґрунтування методів та принципів конструювання

На основі проведеного розбиття електричної схеми та аналізу існуючих конструкцій вибирається метод конструювання пристрою в цілому та його частин. Існуючі методи конструювання РЕМ поділяються на три взаємопов'язані групи [2]:

- за видами зв'язків між елементами;
- за способом виявлення та організації структури зв'язків між елементами;
- за рівнем автоматизації конструювання ЕА - залежить від призначення апаратури та її функцій, переважаючого виду зв'язків, рівня уніфікації, автоматизації тощо.

Розглянемо методи конструювання ЕА, що коротко склалися.

Геометричний метод. В основу методу покладено структуру геометричних і кінематичних зв'язків між деталями, що є системою опорних точок, число і розміщення яких залежить від заданих ступенів свободи і геометричних властивостей твердого тіла [2].

Машинобудівний метод. В основу цього методу конструювання покладена структура механічних зв'язків між елементами, що представляє собою систему опорних поверхонь. Машинобудівний метод використовується для конструювання пристроїв та елементів РЕА, які несуть великі механічні навантаження та у яких неминучі внаслідок цього великі деформації [2].

Топологічний метод. В основу методу покладена структура фізичних зв'язків між ЕРЕ. Топологічний метод, у принципі, може застосовуватися виявлення структури будь-яких зв'язків, проте конкретне його зміст проявляється там, де зв'язності елементів може бути зіставлений граф [2].

Метод проектування моноконструкцій. Заснований на мінімізації числа зв'язків у конструкції, він застосовується для створення функціональних вузлів, блоків, РЕА на основі оригінальної конструкції, що несе, у вигляді моноблоку (моноблоку) з оригінальними елементами [2].

Базовий (модульний) метод конструювання. В основу методу покладено модульний принцип проектування.

Розподіл базового методу різновиду пов'язані з обмеженнями, схемною конструкторською уніфікацією структурних рівнів (модулів функціональних вузлів, блоків). Базовий метод є основним при проектуванні сучасної РЕА, він має багато переваг у порівнянні з методом моноконструкцій [2]:

- на етапі розробки дозволяє одночасно вести роботу над багатьма вузлами та блоками, що скорочує терміни проведення розробок; спрощує налагодження і поєднання вузлів в лабораторії, так як робота будь-якого функціонального вузла визначається роботою відомих модулів, різко спрощується конструювання та макетування; скорочує обсяг оригінальної конструкторської документації, дає можливість безперервно вдосконалювати апаратуру без докорінних змін конструкції; спрощує та прискорює внесення змін до схеми, конструкції та конструкторської документації;

- на етапі виробництва скорочує термін освоєння серійного виробництва апаратури; спрощує складання, монтаж, знижує вимоги до кваліфікації збирачів та монтажників; знижує вартість апаратури завдяки широкій механізації та автоматизації виробництва; підвищує ступінь спеціалізації виробництва;

- під час експлуатації підвищує експлуатаційну надійність РЕА, полегшує обслуговування, покращує ремонтпридатність апаратури.

При компонованні повинні бути враховані вимоги оптимальних функціональних зв'язків між модулями, їх стійкість, стабільність, вимоги міцності і жорсткості, перешкодозахищеності і нормального теплового режиму, вимоги технологічності, ергономіки, зручності експлуатації та ремонту. Розміщення комплектуючих елементів у модулях всіх рівнів повинно забезпечувати рівномірне та максимальне заповнення конструктивного об'єму зі зручним доступом для огляду, ремонту та заміни.

Заміна деталі або складальної одиниці не повинна призводити до розбирання всієї конструкції або її складових частин. Для стійкого положення виробу в процесі експлуатації центр ваги повинен бути, можливо, ближче до опорної

поверхні. При компонованні модулів всіх рівнів необхідно виділити достатньо простору для між'єднань.

При проектуванні необхідно дотримуватися наступних рекомендацій [2]:

- мінімальний внутрішній радіус вигину провідника повинен бути не менше діаметра дроту з ізоляцією;
- проводи живлення змінного струму слід зивати для зменшення можливості наведень;
- проводи, що підводять до змінних елементів повинні мати деякий запас по довжині, що допускає повторне закладання проводу;
- провід не повинні торкатися гострих металевих кромки;
- монтажні дроти доцільно зв'язати в джгут, при цьому забезпечується можливість розчленування монтажних операцій на більш прості.

Для роз'ємного варіанту конструкції велике поширення набуло використання об'єднавчої друкованої плати, що дозволяє істотно зменшити габаритні розміри виробу, спростити складання.

При компонованні ЕА необхідно вирішувати питання електромагнітної сумісності елементів, зокрема, захисту від електромагнітних, електричних та магнітних перешкод.

При захисті ЕА від впливів перешкод, визначають максимальне значення сигналів перешкоди на виходах схем, ускладнюють схему введенням фільтрів на лініях входу-виходу, усувають перешкоди по лініях електроживлення за допомогою радіочастотних фільтрів, екранують вхідні ланцюги чутливих схем, для елементів ЕА розробляють кожухи-екрани.

Як метод конструювання вибираємо базовий (модульний) метод конструювання.

З сказаного проведемо розподіл схеми електричної принципової на функціонально закінчені вузли. Схему приладу доцільно розділити на 3 вузли:

- базовий модуль;
- мікропроцесорний модуль;
- модуль звукової та світлової індикації.

Радіоелементи кожного функціонального вузла пропонується розмістити на окремих друкованих платах. Силовий трансформатор необхідно закріпити безпосередньо на платі базового модуля. Зв'язок між базовим і мікропроцесорним модулем забезпечується за допомогою штиркового роз'єму, а між базовим модулем і модулем звукової та світлової індикації за допомогою гнучких монтажних проводів.

При цьому розбиття схеми електричної важливої забезпечує мінімальна кількість сполучних провідників, тобто, мінімум електричних зв'язків між вузлами, висока ремонтпридатність.

1.7 Вибір способів та засобів теплозахисту, герметизації, віброзахисту та екранування

1.7.1 Вибір способів охолодження на ранній стадії проектування

Для забезпечення нормального теплового режиму необхідно вибрати такий спосіб охолодження блоку управління електромеханічним замком (далі "блоку"), при якому кількість тепла, що розсіюється в навколишнє середовище, буде рівним потужності теплоти виділення блоку, при цьому також необхідно врахувати теплостійкість елементної бази.

Розрахунок температури всіх елементів, що входять до блоку, представляє собою надзвичайно трудомісткий процес. У зв'язку з цим постає питання: для якихось елементів необхідно розраховувати температуру, щоб із заданою достовірністю можна було судити про відповідність теплового режиму всього блоку вимогам технічного завдання.

Методика визначення числа елементів РЕМ, що підлягають розрахунку теплового режиму, полягає в наступному [3]:

1. Задаємося вірогідністю правильного розрахунку ймовірності.

Якщо ймовірність $P > 0,8$, можна зупинитися на вибраному способі охолодження. При імовірнісній оцінці $0,8 > P > 0,3$ можна застосувати обраний спосіб охолодження, проте при конструюванні ЕА забезпечення нормального

теплового режиму слід приділити тим більше уваги, чим менше ймовірність. При ймовірності $0,3 > P > 0,1$ не рекомендується використовувати обраний спосіб охолодження.

Виходячи з вищевикладеного, задаємося ймовірністю правильного розрахунку $P > 0,8$.

2. Визначаємо середній перегрів нагрітої зони.

Вихідними даними щодо наступного розрахунку являються:

- коефіцієнт заповнення за обсягом 0,6;
- сумарна потужність, що розсіюється в блоці, Вт 24;
- тиск навколишнього середовища, кПа 103;
- тиск усередині корпусу, кПа 103;
- габаритні розміри корпусу, м $0,183 \times 0,130 \times 0,065$;

Середній перегрів нагрітої зони герметичного корпусу блоку з природним повітряним охолодженням визначається за наступною методикою [4]:

Розраховується поверхня корпусу блоку

$$S_k = 2 \cdot [L_1 \cdot L_2 + (L_1 + L_2) \cdot L_3] \quad (1.1)$$

де L_1, L_2 - горизонтальні розміри корпусу, м;

L_3 – вертикальний розмір, м.м.

Для конструкції блоку $L_1 = 0,183$ м, $L_2 = 0,130$ м, $L_3 = 0,065$ м. Підставивши дані (1.1), отримаємо

$$S_k = 2 \cdot [0,183 \cdot 0,130 + (0,183 + 0,130) \cdot 0,065] = 0,44 \text{ м}^2.$$

2. Визначається умовна поверхня нагрітої зони:

$$S_z = 2 \cdot [L_1 \cdot L_2 + (L_1 + L_2) \cdot L_3 \cdot K_3] \quad (1.2)$$

де K_3 – коефіцієнт заповнення корпусу за обсягом. У нашому випадку

$K_3 = 0,6$. Підставляючи значення K_3 (1.2), отримаємо:

$$S_z = 2 \cdot 0,183 \cdot 0,130 + 0,183 + 0,130 \cdot 0,065 \cdot 0,6 = 0,036 \text{ м}^2.$$

3. Визначається питома потужність корпусу блоку

$$Q_k = P \setminus S_k \quad (1.3)$$

де P - потужність, що розсіюється в блоці. Для розроблюваного блоку потужність, що розсіюється в черговому режимі $P = 1,5$ Вт.

Тоді

$$Q_k = 1,5 \cdot 0,44 = 3,41 \text{ Вт/м}^2.$$

4. Визначається питома потужність нагрітої зони

$$Q_z = P \cdot S_z \quad (1.4)$$

$$Q_z = 1,5 \cdot 0,036 = 41,6 \text{ Вт/м}^2.$$

5. Знаходиться коефіцієнт Θ_1 залежно від питомої потужності корпусу блоку формула (1.5):

$$\Theta_1 = 0,1472 \cdot Q_k - 0,2962 \cdot 10^{-3} \cdot Q_k^2 + 0,3127 \cdot 10^{-6} \cdot Q_k^3 \quad (1.5)$$

$$\Theta_1 = 0,1472 \cdot 2,41 - 0,2962 \cdot 10^{-3} \cdot 3,41^2 + 0,3127 \cdot 10^{-6} \cdot 3,41^3 = 0,49$$

6. Знаходиться коефіцієнт Θ_2 залежно від питомої потужності нагрітої зони формула (1.6)

$$\Theta_2 = 0,1390 \cdot Q_z - 0,1223 \cdot 10^{-3} \cdot Q_z^2 + 0,0698 \cdot 10^{-6} \cdot Q_z^3 \quad (1.6)$$

$$\Theta_2 = 0,1390 \cdot 41,6 - 0,1223 \cdot 10^{-3} \cdot 41,6^2 + 0,0698 \cdot 10^{-6} \cdot 41,6^3 = 5,56$$

7. Визначається коефіцієнт K_{H1} залежно від тиску середовища поза корпусом блоку

$$K_{H1} = 0,82 + 1 \cdot (0,925 + 4,6 \cdot 10^{-5} \cdot H_1) \quad (1.7)$$

де H_1 - тиск навколишнього середовища в Па. У разі $H_1=87$ кПа. Підставивши значення H_1 в (1.7), отримаємо

$$K_{H1} = 0,82 + 1 \cdot (0,925 + 4,6 \cdot 10^{-5} \cdot 87 \cdot 10^3) = 1,87$$

8. Визначається коефіцієнт K_{H2} залежно від тиску середовища усередині корпусу блоку

$$K_{H2} = 0,8 + 1 \cdot (1,25 + 3,8 \cdot 10^{-5} \cdot H_2) \quad (1.8)$$

де H_2 Тиск усередині корпусу в Па.

У разі $H_2=H_1=87$ кПа.

Тоді

$$K_{H2} = 0,8 + 1 \cdot (1,25 + 3,8 \cdot 10^{-5} \cdot 87 \cdot 10^3) = 1,598$$

9. Розраховується перегрів корпусу блоку:

$$\Theta_k = \Theta_1 \cdot K_{H1} \quad (1.9)$$

$$\Theta_k = 0,49 \cdot 1,87 = 0,9163$$

10. Розраховується перегрів нагрітої зони:

$$\Theta_z = \Theta_k + (\Theta_2 - \Theta_1) \cdot K_{H2} \quad (1.10)$$

$$\Theta_z = 0,9163 + (5,56 - 0,49) \cdot 1,598 = 9,01$$

11. Визначається середній перегрів повітря у блоці

$$\Theta_v = (\Theta_k - \Theta_z) \cdot 0,5 \quad (1.11)$$

$$\Theta_v = 0,5 \cdot (0,9163 + 9,01) = 4,96$$

12. Визначається питома потужність елемента:

$$Q_{эл} = P_{эл} \setminus S_{эл} \quad (1.12)$$

Де $P_{эл}$ – потужність, що розсіюється елементом (вузлом), температуру якого потрібно визначити, Вт

$S_{эл}$ – площа поверхні елемента, що омивається повітрям, див.

Найменш теплостійкий елемент базового модуля у черговому режимі стабілізатор. Для нього

$$P_{эл} = 0,15 \text{ Вт}, S_{эл} = 1,5 \text{ см.кв.}$$

$$Q_{эл} = 0,15 \setminus 1,5 = 0,1$$

13. Визначається перегрів поверхні елементів:

$$\Theta_{эл} = \Theta_z \cdot (0,75 + 0,25 \cdot Q_{эл} \setminus Q_z) \quad (1.13)$$

$$\Theta_{эл} = 9,01 \cdot (0,75 + 0,25 \cdot 0,1 \setminus 41,6) = 6,76$$

14. Визначається перегрів середовища, що оточує елемент:

$$\Theta_{эс} = \Theta_v \cdot (0,75 + 0,25 \cdot Q_{эл} \setminus Q_z) \quad (1.14)$$

$$\Theta_{эл} = 4,96 \cdot (0,75 + 0,25 \cdot 0,1 \setminus 41,6) = 3,72$$

15. Визначається температура корпусу блоку:

$$T_k = \Theta_k + T_c \quad (1.15)$$

де T_c – температура середовища, що оточує блок.

$$T_k = 0,9163 + 45 = 45,916$$

16. Визначається температура нагрітої зони:

$$T_z = \Theta_z + T_c \quad (1.16)$$

$$T_z = 9,01 + 45 = 54,01$$

17. Визначається температура поверхні елемента:

$$T_{эл} = \Theta_{эл} + T_c \quad (1.17)$$

$$T_{эл} = 6,76 + 45 = 51,76$$

18. Визначається середня температура повітря у блоці:

$$T_v = \Theta_v + T_c \quad (1.18)$$

$$T_v = 4,96 + 45 = 49,96$$

19. Визначається температура середовища, що оточує елемент:

$$T_{эс} = \Theta_{эс} + T_c \quad (1.19)$$

$$T_{эс} = 3,72 + 45 = 48,72$$

Для вибору способу охолодження вихідними даними є такі дані:

- сумарна потужність P_p , що розсіюється в блоці, Вт 1,5;
- діапазон можливої зміни температури оточуючого середовища: мікроклімат +20...+24°C та за ДСТУ 15150-69, +10...+45 °C;

- межі зміни тиску навколишнього середовища:

$$P_{max}, \text{кПа (мм рт. ст.) } 106,7 (800);$$

$$P_{min}, \text{кПа (мм рт. ст.) } 84,0 (630);$$

- допустима температура елементів (за менш теплостійким елементом), $T_{max}, \text{ } ^\circ\text{C } +75;$
- коефіцієнт заповнення за обсягом 0,6;

Вибір методу охолодження нерідко має імовірнісний характер, тобто. дає можливість оцінити ймовірність забезпечення заданого в технічному завданні теплового режиму ЕА при обраному способі охолодження, а також зусилля, які необхідно витратити при розробці майбутньої конструкції ЕА з урахуванням забезпечення теплового режиму.

Вибір методу охолодження можна здійснити за методикою [3]. Використовуючи графіки, що характеризують області доцільного застосування різних способів охолодження і розрахунки, наведені нижче, перевіримо можливість

забезпечення нормального теплового режиму блоку в герметичному корпусі з природним повітряним охолодженням.

Умовна величина поверхні теплообміну розраховується (1.2).

$$S_{\Pi} = 0,036 \text{ м}^2.$$

Визначивши площу нагрітої зони, визначимо питому потужність нагрітої зони: щільність теплового потоку, що проходить через поверхню теплообміну, розраховується (1.4).

$$q_3 = 41,6 \text{ Вт/м}^2.$$

Тоді $\lg q_3 = \lg 41,6 = 1,619$.

Максимально допустимий перегрів елементів розраховується за (1.13)

$$\Delta T_0 = T_{\text{ЭМАХ}} - T_{\text{СМАХ}}, \quad (1.13)$$

Тоді $\Delta T_0 = 70 - 45 = 25^\circ \text{ C}$

За графіками [рис.2.35, рис.2.38, 3] для значень $q_3 = 41,6 \text{ Вт/м}^2$ і визначаємо, що нормальний тепловий режим блоку в герметичному корпусі з природним повітряним охолодженням буде забезпечений з імовірністю $P = 0,9$. Оскільки отримане значення ймовірності $P > 0,8$, можна зупинитися на вибраному способі охолодження.

Докладніший розрахунок теплового режиму проводиться далі.

1.7.2 Вибір способів та методів герметизації

Герметизація – забезпечення практичної непроникності корпусу РЕМ для рідин та газів з метою захисту її елементів від вологи, пліснявих грибків, пилу, піску, бруду та механічних пошкоджень. Вона є найрадикальнішим способом захисту елементів РЕМ.

Розрізняють індивідуальну, загальну, часткову та повну герметизацію [5].

Індивідуальна допускає заміну компонентів РЕМ при виході з ладу та ремонт виробу. При загальній герметизації (вона простіше і дешевшою за індивідуальну) заміна компонентів і ремонт можливі тільки при демонтажі корпусу, що може викликати утруднення.

Для часткової герметизації застосовують просочення, обволікання і заливку як компонентів, так і РЕМ лаками, пластмасовими або компаундами на органічній основі. Вони, як правило, не забезпечують герметичність протягом тривалого часу.

Практично повний захист РЕМ від проникнення води, водяної пари і газів досягається при використанні металів, скла та кераміки з достатнім ступенем непроникності. Найбільш поширені способи такої герметизації - застосування металевих корпусів з повітряним заповненням. Виходячи з вищесказаного, стосовно блоку управління електромеханічним замком, вибираємо індивідуальну герметизацію.

Важливим фактором підвищення ефективності герметизації є лакофарбові, гальванічні та хімічні покриття просочуючих, обволікаючих та заливальних матеріалів, металевого та металополімерного гермокорпусів.

Роз'ємна герметизація застосовується для захисту блоків РЕМ, що потребують заміни компонентів при ремонті, регулюванні та налаштуванні.

Вимоги до поверхні основного металу: під захисні покриття RZ40, не грубіше; під захисно-декоративні Ra2,5, не грубіше; під тверді та електроізоляційні Ra1,25, не грубіше.

Дані про покриття деталей і складальних одиниць конструкції блоку керування замком електромеханічним, що розробляється, наведено в таблиці 1.2

Емаль ГФ 245-ПМ, світло-сіра, ГОСТ 18374-79 - покриття емаллю ГФ 245-ПМ, колір світло-сірий, експлуатується в умовах помірного клімату.

Емаль ГФ 245-ПМ призначена для покриття металевих поверхонь, що працюють в умовах помірного та холодного клімату. Стійкість емалей до статичної дії води не менше 24 год.

Таблиця 1.2 - Дані про покриття деталей та складальних одиниць конструкції блоку управління замком електромеханічним.

Деталі, складальні оди- ниці	Матеріал де- талі, скла- дальної оди- ниці	Покриття		
		Металеве	Хімічне	Лакофарбове
Плата друкована	СФ-2-35Г-1,5	Сплав "Розе"	-	-
Корпус	Ст08кп	-	-	ГФ-245-ПМ (світло-сіра)
Кришка	Ст08кп	-	-	ГФ-245-ПМ (світло-сіра)

1.7.3 Вибір способів та методів екранування

Екранування - локалізація електромагнітної енергії у певному просторі, за рахунок обмеження поширення її всіма можливими способами.

З цього випливає, що в поняття екрану входять як деталі механічної конструкції, так і електротехнічні деталі фільтруючих ланцюгів і розв'язують осередків, бо тільки їх спільна дія дає необхідний результат [5].

При проходженні потужних сигналів по ланцюгах зв'язку останні стають джерелами електромагнітних полів, які, перетинаючи інші ланцюги зв'язку, можуть наводити в них додаткові перешкоди. Джерелами електромагнітних перешкод можуть бути потужні промислові установки, транспортні комунікації, двигуни і т.д. Для того щоб локалізувати, де це можливо, дію джерела або сам приймач перешкод, використовують екрани. За принципом дії розрізняють електростатичне, магнітостатичне та електромагнітне екранування.

Електростатичне екранування - вигляд екранування, що полягає в шунтуванні більшої частини (або всієї) паразитної ємності ємністю корпусу.

Електромагнітне екранування. Змінне високочастотне електромагнітне поле при проходженні через металевий лист або перпендикулярно, або під деяким кутом до його площини, наводить в цьому листі вихрові струми, поле яких

послаблює дію зовнішнього поля. Металевий лист у разі є електромагнітним екраном. Прикладом електромагнітного екрану служить корпус блоку управління електромеханічним замком.

Внутрішньоблочне екранування та електромагнітна сумісність елементів та вузлів зводяться до вирішення низки конструктивних завдань, основними з яких є:

- аналіз та облік паразитних ємнісних зв'язків, між плівковими елементами та провідниками об'єднувального та вивідного монтажу в осередках блоків РЕМ;
- покаскадне екранування та послідовне розташування каскадів у блоках приймально-підсилювальної апаратури;
- екранування ЕРЕ з сильними полями та критичних до зовнішніх електромагнітних наведень;
- розрахунок на резонансні частоти корпусів блоків РЕМ, що реалізують схему НВЧ [7].

Екрановані проводи, коаксіальні кабелі і багатожильні екрановані шланги з екранованими проводами всередині них слід застосовувати в основному для з'єднання окремих блоків і вузлів один з одним. Вони дозволяють захистити багатоблочні пристрої від наведень, що поступають ззовні, від взаємних наведень всередині пристрою і захистити від наводок прилади, що знаходяться в навколишньому просторі. Слід звернути особливу увагу на якість приєднання обплетення до корпусів приладів [7].

У конструкції блоку управління електромеханічним замком, що розробляється, немає джерел електромагнітних перешкод.

1.7.4 Вибір способів та методів віброзахисту

Вібрації схильні РЕМ, встановлені на автомобільному, залізничному транспорті, у виробничих будинках, на кораблях і літаках.

Практичний діапазон частот вібрації, що діє на РЕМ, має широку межу. Наприклад, для наземної апаратури, що переноситься або перевозиться на автомашинах, частота досягає 120 Гц при прискоренні, що діє на прилади, до 6 g. Працюючі в таких умовах РЕМ повинні мати віброміцність і вібростійкість.

Віброміцність - здатність РЕМ протистояти руйнівній дії вібрації в заданих діапазонах частот і при виникнутих ускореннях протягом терміну служби.

Вібростійкість - здатність виконувати всі свої функції в умовах вібрації в заданих діапазонах частот і прискореннях, що виникають при цьому.

Відомо, що у приладах, не захищених від вібрації та ударів, вузли, чутливі до динамічних навантажень, виходять з ладу.

Робити такі вузли настільки міцними, щоб вони витримували максимальні (діючі) динамічні навантаження, не доцільно, оскільки збільшення міцності, зрештою, веде до збільшення маси, а внаслідок цього і до неминучого зростання динамічних навантажень. Тому доцільно використовувати інші засоби для зниження перевантажень [8].

Покриття плати лаком не тільки забезпечує захист від вібрації, а й створює додаткові точки кріплення елементів до плати.

У розроблюваної конструкції блоку управління електромеханічним замком застосовано два види з'єднань: роз'ємні та нероз'ємні. До першого виду відносяться в основному різьбові з'єднання, до другого - паяння, зварювання, розвальцювання.

Основним недоліком різьбових з'єднань є самовідкручування при дії вібрації. Для усунення самовідгвинчування в конструкції, що розробляється, застосовуються контрочні шайби.

Зварювальні з'єднання повинні бути точно розраховані, якість зварювання має контролюватись.

2 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБУ

2.1 Компонувальний розрахунок блоків ЕА

Вибір компонентувальних робіт на ранніх стадіях проектування дозволяє раціонально і своєчасно використовувати або розробляти уніфіковані та стандартизовані конструкції ЕА. Залежно від характеру виробу (деталь, прилад, система) виконуватиметься компонентування різних елементів. Основне завдання, що вирішується при компонентуванні ЕА, - це вибір форм, основних геометричних розмірів, орієнтовне визначення ваги і розташування в просторі будь-яких елементів або виробів ЕА.

На практиці завдання компонентування ЕА найчастіше вирішується при використанні готових елементів (деталей) із заданими формами, розміром і вагою, які повинні бути розташовані в просторі або на площині з урахуванням електричних, магнітних, механічних, теплових та ін..

Методи компонентування елементів ЕА можна розбити на дві групи: аналітичні та модельні. До перших відносяться чисельні та номографічні, основою яких є подання геометричних чи узагальнених геометричних параметрів та операцій з ними у вигляді чисел. До других відносяться аплікаційні, модельні, графічні та натурні методи, основою яких є та чи інша фізична модель елемента, наприклад у вигляді геометрично подібного тіла або узагальненої геометричної моделі.

Основою всіх методів є розгляд загальних аналітичних залежностей. При аналітичному компонентуванні ми оперуємо чисельними значеннями різних компонентувальних характеристик: геометричними розмірами елементів, їх обсягами, вагою, енергоспоживанням і т.п. знаючи відповідні компонентувальні характеристики елементів виробу та закони їх підсумовування, ми можемо обчислити компонентувальні характеристики всього виробу та його частин.

Для визначення розмірів друкованих плат та габаритних розмірів корпусу БУ зробимо компоувальний розрахунок.

Розрахуємо настановні площі типорозмірів елементів, що встановлюються на друковані плати. Настановні габарити елементів наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Настановні габарити елементів

Тип	Кількість, т.	Площа, мм ²	Об`єм, мм ³
1	2	3	4
Процесорна плата			
Резистори			
С2-23-0,125	11	24	72
Конденсатори			
К50-35-100Х16В	2	50	650
МО-21	5	48	384
Діоди			
КД522А	6	22	66
Мікросхеми			
ЭКР1830ВЕ31	1	775	3875
D27С64	1	548	2957
DS1230	1	548	2957
ЭКР1568РР1	2	75	375
ЭКР1554ИР22	1	195	975
К561ТЛ1	1	150	750
Транзистори			
КТ3102	2	20	180
Інші елементи			
Резонатор кварцевий РК351	1	40	640
<i>Разом у сумі</i>		3182	175432

Продовження таблиці 2.1			
1	2	3	4
Базова плата			
Резистори			
C2-23-0,125	24	24	72
C2-23-0,5	1	56	392
C2-23-2	1	192	1728
Діоди			
КД522А	8	22	66
КД243	9	42	210
КС147	1	22	66
Транзистори			
КТ3102	4	30	270
КТ3107	2	30	270
КТ973	3	24	312
Конденсатори			
К50-35-2200X25В	1	380	13305
К50-35-220X16В	1	80	1040
К50-35-100X16В	1	50	754
МО-21	8	48	384
Мікросхеми			
КР142ЕН5А	1	45	990
Інші елементи			
Трансформатор	1	4225	190125
Вставка плавкая ВП1-1	4	140	1120
Клемник 3-х контактний	3	135	1755
Клемник 2-х контактний	2	90	1170
Реле РЭС-49	1	55	1375
<i>Разом у сумі</i>		8036	231634

Закінчення таблиці 2.1

1	2	3	4
Блок індикації			
Світлодіоди АЛ307	2	28	283
Динамічна головка	1	1964	23562
<i>Разом у сумі</i>		2020	24128

Площа з урахуванням коефіцієнта заповнення

$$S = S'/K_3$$

де S - сумарна установча площа елементів;

K_3 - коефіцієнт заповнення (для стаціонарної наземної ЕА приймаємо рівним 0,4).

Підставивши, отримаємо:

- для процесорного модуля $S = 3176/0,4 = 7940$ мм²;
- для базового модуля $S = 7694/0,4 = 19235$ мм²;
- для модуля індикації $S = 2020/0,4 = 5050$ мм².

Далі по таблиці переважних розмірів, за ДСТУ10317-79, одержуємо розміри друкованих плат:

- для процесорного модуля 120×57 мм;
- для базового модуля 120×140 мм;
- для модуля індикації 70×65 мм.

Ширина процесорного модуля одночасно є максимальною висотою елемента, оскільки впаюється в базовий блок. Його висота складає 57 мм.

Далі, знаючи розміри друкованих плат та максимальну висоту елемента та габарити акумулятора, визначаємо габарити корпусу приладу, використовуючи кращі ряди чисел. Отримаємо: довжина – 183 мм, ширина – 130 мм, висота – 65 мм. Разом об'єм корпусу

$$V = 183 \cdot 130 \cdot 65 = 1546350 \text{ мм}^3.$$

Визначаємо коефіцієнт заповнення за обсягом за формулою (2.1):

$$K_3 = V'/V, \quad (2.1)$$

де V' – сумарний обсяг всіх елементів:

$$V' = V_{БМ} + V_{ПМ} + V_{МИ} + V_{А, \text{мм}^3} \quad (2.2)$$

де $V_{БМ}$ - сумарний об'єм елементів базового блоку;

- сумарний обсяг елементів процесорного блоку;

- сумарний обсяг елементів блоку індикації;

- об'єм акумулятора (110x55x75 мм).

Підставивши значення формули 5.3 і 5.2 отримаємо:

$$V' = 265234 + 189112 + 33228 + 453750 = 941324 \text{ мм}^3.$$

$$K_3 = 941324 / 1546350 = 0,6$$

Вибір друкованого монтажу радіоелементів у блоці обумовлений заданою програмою випуску виробу – 1000 шт/рік. Друкований монтаж у разі є найбільш економічно доцільним.

Вихідними даними для розробки топології друкованої плати є:

- схема електрична принципова;
- настановні розміри радіоелементів вузла;
- рекомендації щодо розробки монтажу для обраної серії мікросхем.

Рекомендації щодо розробки друкованих плат:

- розведення напруги вузлів і блоків (шин «земля» і «живлення») повинна проводитися провідниками з можливо нижчим опором;
- низькочастотні перешкоди, що проникають у систему по шинах живлення, повинні блокуватися за допомогою конденсатора, включеного між висновками «живлення» та «земля» безпосередньо біля початку провідника на друкованій платі;
- інформаційні лінії зв'язку рекомендується виконувати за допомогою друкарського монтажу;
- провідники, розташовані на різних сторонах плати, повинні перехрещуватись під кутом 90° або 45° та мати мінімальну довжину;

- максимально допустима довжина друкованих паралельних провідників, розташованих на одній стороні плати при ширині провідників від 0.5 до 5мм, не повинна перевищувати 30см;

З метою зменшення габаритних розмірів розроблюваної конструкції друковану плату зазначеного вузла доцільно виконувати двосторонній. Клас точності друкованої плати базового модуля вибираємо третій.

Друковані плати першого та другого класів точності найпростіші у виконанні, надійні в експлуатації, мають мінімальну вартість. Для підвищення надійності паяних з'єднань отвори в друкованих платах необхідно виконати металізованими. Конфігурація друкованих плат прямокутна. Крок координатної сітки обраний рівним 1.25мм як найбільш переважний. Встановлення радіоелементів на платі необхідно проводити відповідно до ДСТУ 29137-91.

2.2 Розрахунок теплового режиму блоку управління електромеханічним замком

Розрахунок теплового режиму РЕА полягає у визначенні за вихідними даними температури нагрітої зони і температур поверхонь теплонавантажених радіоелементів і порівняння отриманих значень з допустимими для кожного радіоелемента в заданих умовах експлуатації. Проведемо розрахунок по [3].

1) Розраховується поверхня корпусу блоку:

$$SK=2\cdot[L1\cdot L2+(L1+L2)\cdot L3], \quad (2.3)$$

де L1 и L2 - горизонтальні розміри корпусу, м;

L3 – вертикальний розмір, м.м.

1) Визначається умовна поверхня нагрітої зони:

$$S_3=2\cdot[L1\cdot L2+(L1+L2)\cdot L3\cdot K_3], \quad (2.4)$$

де K₃ - коефіцієнт заповнення корпусу за обсягом.

1) Визначається питома потужність корпусу блоку:

$$q_k= P / SK, \quad (2.5)$$

де $P=10\text{Вт}$ - потужність, що розсіюється в блоці.

1) Визначається питома потужність нагрітої зони:

$$q_3 = P / S_3, \quad (2.6)$$

1) Знаходиться коефіцієнт Θ_1 залежно від питомої потужності корпусу блоку:

$$\Theta_1 = 0.1472 \cdot q_k - 0.2962 \cdot 10^{-3} \cdot q_k^2 + 0.3127 \cdot 10^{-6} \cdot q_k^3, \quad (2.7)$$

1) Знаходиться коефіцієнт Θ_2 залежно від питомої потужності нагрітої зони:

$$\Theta_2 = 0.1390 \cdot q_k - 0.1223 \cdot 10^{-3} \cdot q_k^2 + 0.0698 \cdot 10^{-6} \cdot q_k^3, \quad (2.8)$$

1) Знаходиться коефіцієнт K_{H1} залежно від тиску середовища поза корпусом блоку H_1 :

$$K_{H1} = 0.82 + (1 / (0.925 + 4.6 \cdot 10^{-5} \cdot H_1)) \quad (2.9)$$

1) Знаходиться коефіцієнт K_{H2} залежно від тиску середовища всередині корпусу блоку H_2 :

$$K_{H2} = 0.8 + (1 / (1.25 + 3.8 \cdot 10^{-5} \cdot H_2)), \quad (2.10)$$

де H_2 - тиск усередині корпусу апарату Па.

1) Розраховується перегрів корпусу блоку:

$$\Theta_K = \Theta_1 \cdot K_{H1}, \quad (2.11)$$

Визначається перегрів нагрітої зони:

$$\Theta_3 = \Theta_k + (\Theta_2 - \Theta_1) \cdot K_{H2}, \quad (2.12)$$

Визначається середній перегрів повітря у блоці:

$$\Theta_v = 0.5 \cdot (\Theta_k + \Theta_3), \quad (2.13)$$

Визначається температура корпусу блоку:

$$T_k = \Theta_k + T_c, \quad (2.14)$$

Визначається температура нагрітої зони:

$$T_3 = \Theta_3 + T_c, \quad (2.15)$$

Знаходиться середня температура повітря в блоці:

$$T_v = \Theta_v + T_c, \quad (2.16)$$

Розрахунок теплового режиму за наведеною методикою робимо на ЕОМ за допомогою спеціальної програми. Результати розрахунку наведені в додатку.

З аналізу отриманих результатів укладаємо, що при заданих умовах експлуатації приладу, що розробляється, забезпечується нормальний тепловий режим застосовуваних в ньому радіоелементів в процесі експлуатації, тобто. робочі температури не перевищують гранично допустимих величин.

Таким чином, обрана конструкція корпусу і природного способу охолодження шляхом конвекції повітря не потребує зміни та застосування в ній інших способів охолодження. Природний спосіб охолодження є найбільш легко реалізованим і вимагає мінімальних витрат з економічної точки зору в порівнянні з іншими способами охолодження РЕА. Враховуючи вищесказане, остаточно вибираємо герметичний корпус для виробу, що розробляється.

2. 3 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів друкованої плати. Вибір та обґрунтування методів виготовлення друкованої плати

2.3.1 Вибір та обґрунтування методів виготовлення друкованої плати

Метод виготовлення друкованої плати обраний на підставі ОСТ 4 ГО 054.043 і ОСТ 4 ГО 054.058. Відповідно до них існують такі методи: комбінований (позитивний і негативний), хімічний, металізація наскрізних отворів для виготовлення багат шарових друкованих плат

Виходячи з особливостей електричної схеми, елементної бази розробляється пристрою і конструктивних характеристик друкованих плат, що виготовляються різними методами, вибираємо комбінований позитивний метод виготовлення друкованих плат.

Як було зазначено в технічному завданні, схема електрична принципова блока управління замком електромеханічним розділена на три функціональні блоки. Кожен блок розміщено на окремій друкованій платі. Трасування плат ведеться по обидва боки, що спрощує розведення провідників і дозволяє зменшити розміри друкованої плати. Монтажні отвори повинні мати металізацію.

При розробці друкованої плати слід враховувати такі рекомендації:

- живильні провідники і «земля» повинні мати мінімальний опір і довжину;
- «сигнальні» провідники повинні мати мінімальні ділянки, де вони проходять паралельно;
- розміщення провідників на різних сторонах друкованої плати бажано перпендикулярно або під кутом 45°.

Особливі вимоги при розробці друкованих плат пред'являються до контактних майданчиків та ширини провідників.

2.3.2 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів друкованого монтажу

У цьому розділі проводиться розрахунок параметрів монтажу плати базового модуля. Двостороння друкована плата виготовляється комбінованим позитивним методом і має 3-й клас точності.

Розрахуємо провідний рисунок друкованої плати.

Вихідні дані:

- розміри плати, мм, 140×120
- провідники на платі мають покриття сплавом «Розі».

Визначимо мінімальний діаметр контактного майданчика для отвору під резистори, розташовані на двосторонній друкованій платі другого класу точності.

Розрахункова формула мінімального діаметра контактного майданчика має вигляд:

$$D = (d + \Delta d_{B0}) + 2b + \Delta t_{B0} + (T_d^2 + T_0^2 + \Delta t_{HO}^2)^{0.5}, \quad (2.17)$$

де d - номінальний діаметр металізованого отвору, що дорівнює 0.8мм;

- верхнє відхилення діаметра отвору, що дорівнює 0мм при діаметрі отвору до 1мм (включно) і 0,05мм при діаметрі отвору більше 1мм;
- величина гарантійного пояса, що дорівнює 0,1мм;
- верхнє відхилення ширини провідника рівне 0,1 мм;

- діаметральне значення позиційного допуску розташування центру отвору щодо номінального положення вузла координатної сітки, що дорівнює 0,08мм;

- діаметральне значення позиційного допуску розташування контактного майданчика щодо його номінального розташування, що дорівнює 0,15мм;

- нижнє граничне відхилення ширини провідника, що дорівнює 0.1мм.

Підставляючи чисельні значення формулу, маємо:

$$D=(0,8 + 0) + 2 \cdot 0,1 + 0,1 + (0,082 + 0,152 + 0,12)0.5=1,297 \text{ (мм)}.$$

Таким чином, мінімальний діаметр контактних майданчиків для металізованих отворів діаметром 0,8мм під висновки резисторів типу С2-23 0.125, конденсаторів та д.р. дорівнює 1,297 мм.

Аналогічно проводимо розрахунок контактних майданчиків для отворів діаметром 0,9; 1 та 1,2мм. Отримуємо діаметр контактних майданчиків 1,397; 1,497 та 1,747мм відповідно.

Проведемо розрахунок плати базового модуля постійного струму.

В результаті розрахунку необхідно оцінити найбільш важливі електричні властивості друкованої плати:

- здатність навантаження провідників;
- опір ізоляції;
- діелектрична міцність основи плати.

Вихідні дані для розрахунку:

- номінальна напруга живлення $U_{жив}$, В: 15 10%
- допустиме падіння напруги в ланцюгах живлення $U_{пад}$, В: 1,5
- струм споживаний всіма елементами, встановленими на платі, I, А: 1,5
- максимальна довжина друкарського провідника для мікросхем L, м: 0.3
- товщина фольги друкованої плати, h, м: $3.5 \cdot 10^{-5}$
- питомий опір провідника на друкованій платі, ρ , Ом·м: $1.72 \cdot 10^{-8}$

Визначимо мінімальну ширину провідника для вибраних вище значень за формулою:

$$t_n \geq \frac{1,5 \cdot 0,3 \cdot 1,72 \cdot 10^{-8}}{1,5 \cdot 3,5 \cdot 10^{-5}} = 1,474 \cdot 10^{-4} \text{ м.} \tag{2.18}$$

Таким чином, для нормальної роботи пристрою ширина друкарського провідника в ланцюгах «живлення» та «землі» має бути не менше 1,5·10⁻⁴м. Зазначені ланцюги доцільно вибрати шириною близько 2мм.

Результати розрахунку свідчать про правильність вибору товщини фольги, що дорівнює 35мкм. Товщина фольги вибиралася також з урахуванням максимальної адгезійної міцності друкованої плати при відстані між друкарськими провідниками порядку 0.3 ... 0.5 мм максимально допустима напруга для текстоліту, з якого виготовлена плата становить не менше 50В. У цій принциповій схемі модуля живлення максимальне значення допустимої напруги не перевищує 15В, що більш ніж у 3 рази нижче за допустиму величину. Таким чином, в розроблюваній конструкції друкованої плати забезпечується з 3 х кратним запасом діелектрична міцність підстави плати. (рис.2.1)

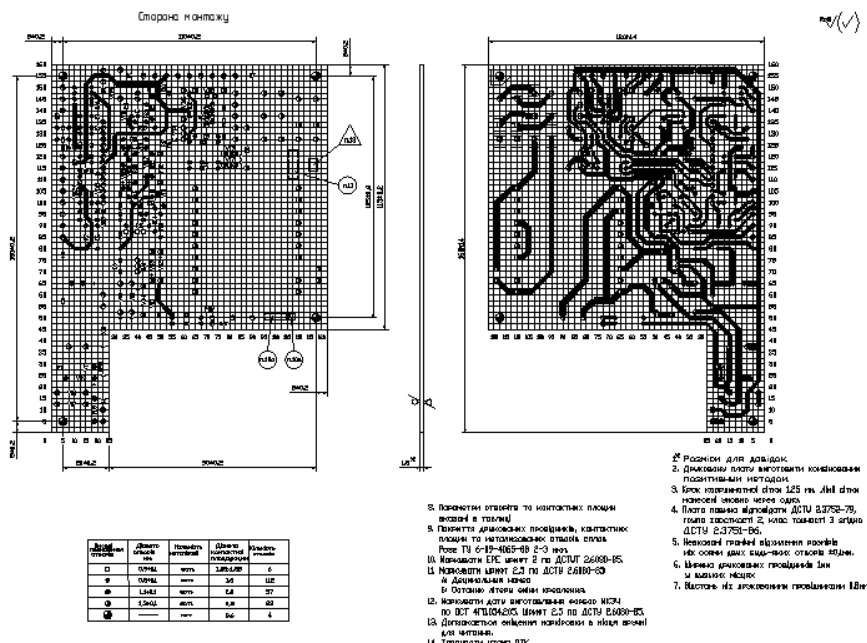


Рисунок 2.1 – Друкована плата

2. 4 Розрахунок механічної міцності та системи віброударного захисту

Всі види ЕА піддаються впливу зовнішніх механічних навантажень, які передаються до кожної деталі, що входить у конструкцію. Механічні впливи мають місце в працюючій ЕА, якщо вона встановлена на рухомому об'єкті, або тільки при транспортуванні її в неробочому стані, як у випадку стаціонарної і деяких видів ЕА, що возиться. При розробці конструкції ЕА необхідно забезпечити необхідну жорсткість та механічну міцність елементів.

Під міцністю конструкції розуміють навантаження, яке може витримати конструкція без залишкової деформації або руйнування. Підвищення міцності конструкції досягається зусиллям конструктивної основи: контролю болтових з'єднань, підвищення міцності вузлів методами заливки та обволікання. У всіх випадках не можна допустити утворення механічної коливальної системи.

Так як створюваний прилад відноситься до наземної ЕА, то при транспортуванні, випадкових падіннях і т.п. він може зазнавати динамічних впливів. Зміни узагальнених параметрів механічних впливів на наземну ЕА знаходяться в межах:

- вібрації: (10 ... 70) Гц, віброперевантаження $n = (1 ... 4) g$;
- ударні струси: $p_u = (10 ... 15) g$, тривалість $t = (5 ... 10) ms$;
- лінійні навантаження: $p_l = (2 ... 4) g$.

Несучі конструкції типу плат, панелей, шасі, каркасів, стійок і рам, що працюють в умовах вібрацій, повинні задовольняти вимоги вібпропорності.

Розрахунок на віброміцність несучих конструкцій типу плат зводиться до визначення найбільших напруг виходячи з виду деформації, викликані дією вібрацій у певному діапазоні частот, і порівнянням отриманих значень з допустимими.

Цей розрахунок можна звести до знаходження власної частоти коливань f , при якій плата з певними розмірами та механічними характеристиками має прогини та напруги в межах допустимих значень. У цьому частота коливань плати має бути близька до її резонансної частоти.

Для розрахунку частоти власних коливань плати з розташованими на ній ЕРЕ суттєвим є вибір характеру її закріплення по контуру.

Кріплення пластин до опори може бути жорстким або рухомим. Будь-яке закріплення (коли немає кутових та лінійних переміщень) відповідає зварюванню, паянню, притиску або закріпленню гвинтами. Шарнірної опори відповідає закріплення в напрямних і в деяких випадках закріплення гвинтами або роз'ємом.

Використовуючи ці дані, проведемо перевірочний розрахунок плати блоку керування на вібростійкість. Друкована плата повинна мати значну втомну довговічність при впливі вібрації.

Власна частота коливань монтажних плат із розподіленим навантаженням визначається за формулою

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{K_\alpha}{a^2} \cdot \sqrt{\frac{D}{M} \cdot a \cdot b}, \quad (2.19)$$

де K_α - коефіцієнт, що залежить від способу закріплення, визначається за таблицями;

D - циліндрична жорсткість пластини (плати), визначається за формулою (2.20);

a – довжина пластини (плати);

b – ширина пластини (плати);

M – маса пластини (плат з ЕРЕ).

Циліндрична жорсткість пластини (плати) визначається за формулами:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}, \quad (2.20)$$

де E – модуль пружності;

h - товщина пластини (плат);

- коефіцієнт Пуассона;

Для інженерних розрахунків зручніше при закріпленні пластин (плат) по кутах у чотирьох точках власну частоту визначати за такою формулою:

2.5 Повний розрахунок надійності

Вихідними даними для розрахунку є значення інтенсивностей відмов всіх радіоелементів і елементів конструкції.

Розрахунок надійності пристрою складається з наступних етапів:

Визначається сумарне значення інтенсивності відмов за формулою:

$$\lambda_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \lambda_i N_i, \text{ час-1} \quad (2.22)$$

де n - число найменувань радіоелементів та елементів конструкції пристрою;

λ_i - величина інтенсивності відмови i го радіоелемента, елемента конструкції з урахуванням заданих для нього умов експлуатації: коефіцієнта електричного навантаження, температури, вологості, технічних навантажень тощо;

N_i - кількість радіоелементів, елементів конструкції i го найменування.

- визначається значення величини напрацювання на відмову T за формулою:

$$T = 1/\lambda_{\Sigma}, \quad (2.23)$$

Визначається значення ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$ за формулою:

$$P(t) = e^{-\lambda_{\Sigma} t} \quad (2.24)$$

де t - заданий час безвідмовної роботи пристрою годинника.

Отримані результати порівнюються із заданими.

Розрахункова величина інтенсивності відмов i го елемента, наведена у таблиці 2.2, визначається за формулою:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} \cdot \alpha_{12i} \cdot \alpha_{34i}, \text{ час-1.} \quad (2.25)$$

Таблиця 2.2 - Довідкові та розрахункові дані про елементи конструкції

Назва, тип елемента	$\lambda_{0i} \cdot 10^{-6}$	K_{Hi}	α_{12i}	α_{34i}	$\lambda_i \cdot 10^{-7}$	N_i
Конденсатори						
К50-35	0,045	0,625	0,55	2,0	0,49	5
МО21	0,05	0,006	0,06	2,0	0,06	13
Мікросхеми						
ЭКР1830ВЕ31	0,08	0,65	0,8	0,045	0,03	2
D27С64						
ЭКР1568РР1	0,07	0,8	1,0	0,05	0,035	5
ЭКР1554ИР22						
К561ТЛ1						
КР142ЕН5А						
Резистори С2-23	0,01	0,03	0,4	2,0	0,08	37
Запобіжники ВП1	0,5	0,2	0,5	2,0	5,0	4
Трансформатор	0,05	0,1	0,1	2,0	0,1	1
Реле РЭС-49	0,6	0,25	0,6	1,0	3,6	1
Транзистори						
КТ 3107	0,12	0,04	0,2	2,0	0,48	8
КТ 3102						
КТ 973	0,015	0,04	0,2	2,0	0,06	3
Діоди КД243	0,015	0,512	1,0	2,0	0,3	9
Діоди КД522	0,013	0,5	1,0	2,0	0,26	14
Діоди КС147	0,09	0,5	1,0	2,0	1,8	1
Світлодіоди АЛ307В	0,07	0,35	0,8	2,0	1,12	3
Акумулятор	1,4	0,2	0,3	2,0	8,4	1
Головка динамічна	2	0,2	0,2	2,0	8	1
Провід сполучний	0,03	0,001	2	2,0	1,2	6
Плата друкована	0,02	-	-	-	0,2	3
Утримувач запобіжника	0,02	0,001	-	-	0,2	8
З'єднання пайкою	0,004	0,001	3,00	2,0	0,24	262

Примітки

λ_{0i} - априорная номинальная интенсивность отказов при температуре окружающей среды 20°C и коэффициенте нагрузки $K_{Hi}=1$;

α_{12i} - коефіцієнт, зависящий от температуры и коэффициента нагрузки K_{ni} ;

α_{34i} - коэффициент, учитывающий климатические и механические нагрузки;

λ_i - расчетная величина интенсивности отказов по i -му радиоэлементу, элементу конструкции, час⁻¹;

N_i - число элементов i -ой группы.

Розрахунок виконується для періоду нормальної експлуатації при наступних припущеннях:

- відмова елементів випадкова та незалежна;
- враховуються лише раптові відмови;
- має місце експоненційний закон надійності пристрою.

Розрахунок надійності проводимо за допомогою персонального комп'ютера.

Отримані значення наведено у додатку.

напрацювання на відмову $T=66881.6$ год

можливість безвідмовної роботи $P(t)= 0.9015$

Отримане значення напрацювання на відмову перевищує задане, що дорівнює 20000 годин, що гарантує надійну роботу приладу, що розробляється.

3 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВИРОБУ

Основним критерієм, що визначає придатність апаратури до промислового випуску, є технологічність конструкції.

Під технологічністю конструкції розуміють сукупність її властивостей, що виявляються у можливості оптимальних витрат праці, засобів, матеріалів та часу при технічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті в порівнянні з відповідними показниками конструкцій виробів того ж призначення при забезпеченні заданих показників якості.

Номенклатура показників технологічності складальних одиниць та блоків ЕА встановлена галузевим стандартом. Відповідно до нього всі блоки РЕА умовно розбиті на 4 класи:

- радіотехнічні;
- електронні;
- електромеханічні;
- комутаційні.

Для кожного класу встановлені свої показники технологічності у кількості не більше 7. Розрахунок комплексного показника технологічності конструкції проводиться за такою формулою

$$K = \frac{\sum_{i=1}^S K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^S \varphi_i} \quad (3.1)$$

де S - загальна кількість відносних приватних показників.

Блок управління відноситься до радіотехнічного.

Коефіцієнт механізації та автоматизації підготовки ЕРЕ до монтажу Км.п. ЕРЕ визначається за формулою

$$K_{м.п.ЭРЭ} = \frac{H_{м.п.ЭРЭ}}{H_{ЭРЭ}} \quad (3.2)$$

де $H_{м.п.ЭРЭ}$ - кількість ЕРЕ в штуках, підготовка яких здійснюється механізованим або автоматизованим способом;

- загальна кількість ЕРЕ у штуках.

У цьому блоці всі ЕРЕ готуються автоматизованим шляхом, тому $K_{м.п.ЕРЕ} = 1$.

Коефіцієнт автоматизації та механізації монтажу виробу $K_{а.м.}$ визначається за формулою

$$K_{а.м.} = \frac{H_{а.м.}}{H_M} \quad (3.3)$$

де $H_{а.м.}$ - кількість монтажних з'єднань, що здійснюються механізованим або автоматизованим способом;

H_M - загальна кількість монтажних з'єднань

$$H_{а.м.} = 106; H_M = 148.$$

$$K_{а.м.} = 106/148 = 0,725.$$

Коефіцієнт складності складання $K_{с.сб.}$ визначається за формулою

$$K_{с.сб.} = 1 - \frac{E_{т.сл.}}{E_T} \quad (3.4)$$

де $E_{т.сл.}$ - кількість типорозмірів складальних одиниць, що входять у виріб і які вимагають регулювання або припасування в процесі збирання;

E_T - загальна кількість типорозмірів складальних одиниць.

Так як, $E_{т.сл.} = 0$, отже

$$K_{с.сб.} = 1.$$

Коефіцієнт механізації та автоматизації операцій контролю та налаштування електричних параметрів $K_{м.к.н.}$ визначається за формулою

$$K_{М.к.н.} = \frac{H_{М.к.н.}}{H_{к.н.}} \quad (3.5)$$

де $H_{М.к.н.}$ - кількість операцій контролю та налаштування, які здійснюються механізованим чи автоматизованим способом;

$H_{к.н.}$ - загальна кількість операцій контролю та налаштування.

$H_{М.к.н.} = 2$; $H_{к.н.} = 4$, отже, по формуле (3.5):

$$K_{М.к.н.} = 2/4 = 0,5$$

Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей K_{ϕ} визначається за формулою

$$K_{\phi} = \frac{D_{гр}}{D} \quad (3.6).$$

де $D_{гр}$ - кількість деталей у штуках, отриманих прогресивними методами формоутворення;

D - загальна кількість деталей у виробі у штуках

$D_{гр} = 7$, $D = 8$, следовательно, по формуле (3.6):

$$K_{\phi} = 7/8 = 0,875$$

Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ $K_{пов.ЭРЭ}$ визначається за формулою

$$K_{пов.ЭРЭ} = 1 - \frac{H_{Т.ЭРЭ}}{H_{ЭРЭ}} \quad (3.7)$$

де $H_{Т.ЭРЭ}$ - кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі, що визначається габаритним розміром ЕРЕ;

$H_{Т.ЭРЭ} = 11$; $H_{ЭРЭ} = 67$.

$$K_{пов.ЭРЭ} = 1 - 11/67 = 0,835$$

Коефіцієнт точності обробки деталей $K_{ТЧ}$ визначається за формулою

$$K_{ТЧ} = 1 - \frac{D_{ТЧ}}{D} \quad (3.8)$$

де $D_{ТЧ}$ - кількість деталей, що мають розміри з допуском за квалітетом і нижче в штуках.

ДТЧ = 8; Д = 8.

Комплексний коефіцієнт технологічності розраховується за формулою (3.1).

Результати розрахунку зведено до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахунок комплексного показника технологічності.

Показники технологічності	Обознач.	φ_i	$K_i \cdot \varphi_i$
1.Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ до монтажу.	$K_{м.п.ЭРЭ}$	1.0	1.0
2.Коефіцієнт механізації та автоматизації монтажу виробу.	$K_{а.м.}$	1.0	0.725
3.Коефіцієнт складності складання.	$K_{с.сб.}$	0.75	0.75
4.Коефіцієнт механізації контролю та налаштування.	$K_{м.к.н.}$	0.5	0.25
5.Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей	$K_{ф}$	0.31	0.271
6.Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ	$K_{пов.ЭРЭ}$	0,187	0.108
7.Коефіцієнт точності обробки	$K_{тч}$	0,11	0,11
Сума		3.857	3.214
Комплексний коефіцієнт технологічності	K		0,77

Нормативний показник технологічності для настановної серії перебуває у межах: $KН = 0.75...0.8$. Відношення $K/КН > 1$, отже, технологічність конструкції блоку достатня.

4 АНАЛІЗ ТА ОБЛІК ВИМОГ ЕРГОНОМІКИ ТА ТЕХНІЧНОЇ ЕСТЕТИКИ

Максимально допустимі розміри лицьової панелі (ЛП)

(ЛП) визначаються виходячи з горизонтального і вертикального кутових розмірів зони периферичного зору оператора і необхідної відстані l до ЛП [17, рис. 2.1]. Максимальна довжина ЛП дорівнює:

$$L_{max} = 2 \cdot l \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_{гор}}{2}\right), \quad (4.1)$$

де $\alpha_{гор}$ - горизонтальний кут огляду ЛП.

Максимальна висота

$$H_{max} = 2 \cdot l \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_{верт}}{2}\right), \quad (4.2)$$

де $\alpha_{верт}$ - вертикальний кут огляду ЛП.

Для зони периферичного зору оператора приймають $\alpha_{гор} = 90^\circ$, $\alpha_{верт} = 75^\circ$. Що стосується розроблюваного пристрою $l = 0,8$ м за загальної кількості елементів $N_{ел} = 2$.

Тоді

$$L_{max} = 2 \cdot 0,8 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{90}{2}\right) = 1,6 \text{ м.}$$

$$H_{max} = 2 \cdot 0,8 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{75}{2}\right) = 1,2 \text{ м.}$$

Мінімально допустимі розміри ЛП визначаються з наступних міркувань. Відповідно до ергономічних вимог у полі зору, обмеженому кутом зору 10° , повинно розміщуватися 4...8 елементів ЛП (для розрахунку приймаємо 4 елементи). Тоді площа зору $S_{пл}$ на ЛП, обмежена зазначеним кутом 10° , може бути обчислена за формулою

$$S_{пл} = \left(2 \cdot l \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{10}{2}\right)\right)^2 \quad (4.3)$$

$$S_{\text{лп}} = (2 \cdot 0,8 \cdot \operatorname{tg} \frac{10}{2})^2 = 0,023 \text{ м}^2.$$

При числі елементів Нел, що розміщуються на ЛП, мінімальна площа ЛП, що відповідає ергономічним вимогам, дорівнює

$$S_{\text{лп min}} = \frac{N_{\text{эл}} \cdot S_{\text{нз}}}{4} \quad (4.4)$$

$$S_{\text{лп min}} = \frac{2 \cdot 0,023}{4} = 0,0115 \text{ м}^2.$$

Фактичну площу ЛП обирають, як

$$S_{\text{лп ф}} = \frac{S_{\text{лп min}}}{K_{\text{лп}}}, \quad (4.5)$$

где КЛП - коефіцієнт використання площі, зазвичай, рівний КЛП = 0,4 ... 0,7. Для панелі, що розробляється, прийmemo КЛП = 0,5.

Тоді

$$S_{\text{лп ф}} = \frac{0,0115}{0,5} = 0,023 \text{ м}^2.$$

Тоді лінійні розміри перебувають у такий спосіб.

Один з розмірів вибирається зі стандартного ряду габаритів, а той, що залишився, знаходиться по (8.6). Вибираємо висоту панелі Н = 0,185м.

$$L = \frac{S_{\text{лп ф}}}{H}, \quad (4.6)$$

де Н - вибраний стандартний розмір.

Підставляючи значення Н (4.6), отримаємо

$$L = \frac{0,023}{0,185} = 0,124 \text{ м}.$$

Округлюємо значення до L = 0,135 м-коду.

Отримані значення розмірів ЛП відповідають розмірам корпусу блоку керування електромеханічним замком, отриманим в результаті розрахунків компонування

5 ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ, ВОЛОГИ, ЕЛЕКТРИЧНОГО УДАРУ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ТА МЕХАНІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

5.1 Захист від корозії

До заходів захисту від кліматичних впливів відносяться вибір відповідних матеріалів та якість обробки поверхні виробу. Основної уваги при цьому заслуговує на безпеку корозії, під якою розуміють руйнування твердого тіла, що розповсюджується від поверхні, під дією хімічних і електрохімічних факторів.

Захист від корозії здійснюється шляхом утворення природних захисних шарів за допомогою фарбування, хімічної та електрохімічної обробки поверхні тощо. Захисний шар вибирається відповідно до класу корозійного навантаження, запланованого терміну служби і положення деталі в приладі або в просторі.

Клас корозійного навантаження характеризує середньостатистичний стан атмосфери в місці експлуатації виробу, що визначає корозійний вплив атмосфери на нього. Ці класи дозволяють вибрати заходи, необхідні захисту від корозії.

Клас корозійного навантаження вказують комбінацією позначень виду та ступеня навантаження. Вид навантаження визначає специфічні забруднення повітря, що викликають корозію виробу, і позначається буквою від А до D. Ступінь навантаження залежить від кліматичної зони, категорії установки та вмісту домішок і позначається цифрою від 1 до 5

5.1.1 Вибір матеріалу та захист поверхні

Вибір матеріалу залежить від вимог, пов'язаних із виконанням функції приладу, та від корозійних властивостей. При цьому необхідно брати до уваги пару матеріалів, що взаємодіють. Інтенсивність корозії залежить від різниці потенціалів, що виникає у місці торкання металів.

При виборі матеріалів з урахуванням їх електрохімічних потенціалів необхідно керуватися таким:

- різниця потенціалів двох металів має бути малою;
- метали слід покривати захисними шарами, що ізолюють їх один від одного;
- площі торкання різних металів мають бути малими, оскільки збільшення цих площ призводить до видалення контактної корозії.

5.1.2 Нанесення металевого покриття

Метал, що має більш позитивний потенціал порівняно з металом, що контактує з ним, необхідно покрити захисним металевим шаром у місці торкання і навколо нього. Вибір металу для захисного шару провадиться з урахуванням електрохімічних потенціалів, технології нанесення покриття, умов корозійного впливу, а також класу корозійного навантаження; запланований термін служби; матеріалу та розташування деталі; необхідного виду поверхні; способу отримання захисного шару.

5.1.3 Захист від впливу допоміжних матеріалів

Допоміжні матеріали, що використовуються при виготовленні деталі, можуть агресивно впливати як на цю деталь, так і на інші деталі. Особливо активні у своїй формальдегід, кислоти, хлориди. Заходами захисту можуть бути обмеження впливу (наприклад, багаторазова промивка друкованих плат від травильного розчину або використання безкислотних флюсів), нанесення захисних покриттів (наприклад, покриття друкованих плат лаком), вибір раціональної конструкції вузла (наприклад, окремо -не розташування батарей).

Кадмування та цинкування

З міркувань економічності для захисних покриттів найчастіше використовують цинк та кадмій. Корозійна стійкість цинкових і кадмієвих покриттів може бути значно підвищена наступним пасивуванням (хроматуванням або фосфатуванням). Контактним способом наносять срібло, нікель, хром та олово, які можуть бути обложені на основний метал з водних розчинів. Внаслідок обмеження запасів і вартості кадмію, що постійно підвищується, в електротехніці для покриттів найчастіше використовується цинк.

Але повністю замінити кадмій цинком неможливо, оскільки останній дуже чутливий до корозійних впливів, що з'являються всередині приладу при відносній вологості вище 75-80%. При використанні оцинкованих деталей необхідно, крім того, запобігати їх тривалому контакту з конденсатом при експлуатації, транспортуванні та зберіганні. У загальному випадку при виборі захисного покриття слід враховувати корозійні властивості окремих шарів і агресивних середовищ, які можуть з'явитися всередині приладу.

Забарвлення

Зазвичай фарбування здійснюють у два прийоми: спочатку наносять ґрунтовий, а потім покривний шар. Ґрунт призначений для пасивації захищеної поверхні, а також для забезпечення надійного зв'язку покривного шару з основним матеріалом. Покривний шар складається з шарів ґрунтової фарби та лаку, причому ґрунтова фарба призначена для надійного з'єднання ґрунту з покривним шаром, що служить для безпосереднього захисту від впливів навколишнього середовища, а також для підготовки до нанесення лакового шару.

Як показує практика, корозія деталей з чорних металів, особливо дрібних, починається на кромках, так як шар фарби на них недостатній. Тут з'являється підплідна корозія, яка поступово призводить до відшарування захисного покриття. Подібний процес розвивається в заклепках, різьбових та зварних швах. Для запобігання таким явищам необхідний додатковий захист кромки.

Передчасне старіння і руйнування пластмасових деталей може спостерігатися при поглинанні ними вологи, під дією агресивних середовищ і теплових навантажень (що супроводжуються розм'якшенням і крихкістю матеріалів), бактерій, термітів, плісняви і т.д. Тому необхідно вивчення властивостей цих деталей в екстремальних зовнішніх умовах.

5.1.3 Захист від впливу вологи

Прилади вимагають захисту від вологи для запобігання від кородування, яке тягне за собою скорочення терміну служби, зменшення надійності, зміна електричних і механічних параметрів, аж до відмови. Одним із засобів захисту приладів та конструктивних елементів від вологи є герметизація, яка може бути

здійснена тільки при використанні металів для герметичних корпусів та неорганічних матеріалів як герметики.

Останнім часом з економічних причин все ширше застосування знаходять пластмаси. Однак пластмаси більшою чи меншою мірою вологонепроникні, що вимагає їх дуже ретельного відбору в кожному конкретному випадку використання.

Як правило, всі матеріали, особливо пластмаси, мають необхідні властивості лише за певних температур і вологості. При надто великій вологості пластмаси можуть набухати, при надто сухій атмосфері - хрупатись. При падінні температури нижче точки роси, можливе також осадження води.

У конструкції, що розробляється захист від впливу вологи передбачена нанесенням лакофарбових покриттів.

5.2 Захист від електричного удару, від впливу зовнішніх електромагнітних полів

Захист від електричного удару для електронних приладів та пристроїв поділяють на захист від безпосереднього дотику при нормальній роботі та захист від непрямого дотику у разі помилки.

Електронні прилади та пристрої апаратури зв'язку, електронні вимірювальні прилади та побутові пристрої, крім загальних вимог до електричних установок, повинні додатково відповідати також і спеціальним вимогам до їх безпеки.

5.2.1 Захист від прямого дотику при нормальній роботі

Усі деталі (наприклад, провідники), під час роботи, що знаходяться під напругою, повинні бути ізольовані, екрановані або розташовані так, щоб було запобігло можливості їх торкання обслуговуючим персоналом. Кожухи та екрани приладів повинні бути виконані так, щоб їх не можна було зняти без використання інструментів.

В електронних приладах усі висновки, що знаходяться під напругою, торкання яких небезпечно, повинні бути відповідним захищені і розташовані на певній безпечній відстані від інших струмопровідних елементів, торкання яких можливе. Захист повинен бути гарантований при торканні елементів у будь-якій послідовності. Отвори в корпусах повинні бути виконані так, щоб була забезпечена ступінь захисту, необхідна для даного приладу. Правильність розташування отворів в електронних побутових приладах перевіряють за допомогою випробувальних оправок.

5.2.2 Захист від непрямого торкання у разі помилки

Відкриті для торкання деталі електронних приладів і пристроїв, що не знаходяться під напругою (наприклад, корпуси) повинні бути виконані так, щоб навіть в аварійному випадку на цих деталях не могло з'явитися небезпечна напруга. Для всіх електротехнічних пристроїв та електронних приладів номінальною напругою $U=1\text{кВ}$ (для змінного струму) та $U=1,5\text{кВ}$ (для постійного струму) необхідне послідовне виконання вимог відповідно до класу їх захисту.

Захисні заходи не потрібні: для приладів з струмом короткого замикання 20 мА, що встановився; для приладів з батарейним електроживленням і перетворювачем напруги, якщо вихідна потужність перетворювача не перевищує 2 Вт при його внутрішньому опорі не менше 10 кОм; для елементів приладів, яких можна торкатися тільки при знятті напруги і в яких вжито заходів для запобігання подачі напруги на деталі, що торкаються (наприклад, на деталі всередині висувних блоків); для металевих деталей кріплення дротів та кабелів.

Ступінь захисту не повинен знижуватися внаслідок роботи приладу або дії з боку навколишнього середовища. Так, в електронних приладах різьбові з'єднання повинні бути додатково застопорені за допомогою пружинних шайб, а паяні - шляхом закрутки або загину кінців проводів в отворах для паяння, щоб захист від торкання не міг бути знижений при випадковому ослабленні цих з'єднань.

Класи захисту

Класом захисту визначаються заходи, внаслідок яких має бути запобігання появі небезпечних щодо торкання напруг на деталях електротехнічних та електронних пристроїв та приладів, за нормальних умов, що не перебувають під напругою. При цьому розрізняють клас захисту I (захисне заземлення, для чого передбачаються, наприклад, місця підключення захисного провідника, з'єднайте (штекери) із захисним контактом і т.д.), клас захисту II (захисна ізоляція) і клас захисту III (захисна знижена напруга).

У конструкції, що розробляється захист від ураження електричним струмом передбачена захисною ізоляцією.

5.2.3 Захист від впливу зовнішніх електромагнітних полів

Ефективним захистом від впливу електричних полів є екранування, яке знижує енергію зовнішнього електромагнітного поля, а також перешкоди та вплив приладу на зовнішнє середовище. Причинами паразитних наведень на прилад є зовнішні джерела перешкод, а також утворення міжкаскадних зв'язків під впливом електростатичних і електромагнітних полів.

Залежно від типу та частоти поля розрізняють екранування електричних та магнітних полів високої та низької частот. Частина електромагнітної енергії відбивається від поверхні екрану, частина проникає в нього. У свою чергу, певна частка енергії, що проникла в екран, відбивається від іншої стінки, решта енергія проходить крізь екран наскрізь. Досягане при цьому ослаблення поля називається екрануючим дією, відношення напруженостей полів за екраном і перед ним - ефективністю екранування, а логарифм величини, що виражається в децибелах, зворотної цьому коефіцієнту, - загасанням екранування.

Корпус блоку управління замком електромеханічним виконаний з листової сталі, що забезпечує захист елементів схеми від зовнішніх електромагнітних полів.

5.3 Захист від механічних навантажень

Механічні навантаження, які зазнають прилади та навколишнє середовище, обумовлені, зокрема, динамічними впливами на них у вигляді коливань і ударів. Захист від цих навантажень можливий за допомогою демпфування, ізоляції та гасіння коливань за допомогою додаткових мас.

Цілями заходів щодо захисту від впливу механічних навантажень є: забезпечення виконання приладом, що зазнає механічних навантажень, заданої йому функції; підвищення точності, надійності та терміну служби приладів, захист обслуговуючого персоналу від шуму та вібрацій.

При дії певних вхідних величин на систему прилад-місце установки деформації робочих елементів, напруги конструктивних елементів або коливання сусідніх деталей не повинні перевищувати заданих значень.

5.4.1 Зниження коливальних та ударних навантажень

При проектуванні необхідний точний розрахунок їх коливань, який дозволяє виключити в подальшому роботи зі зниження коливальних навантажень. Точний розрахунок передбачає точне знання параметрів коливань аналізованої системи. Розрізняють такі заходи щодо зниження коливальних та ударних навантажень:

- первинні заходи - зменшення впливу збудливих величин шляхом демпфування, активної ізоляцією або гасіння коливань у місці їх виникнення;
- вторинні заходи - зміна передавальної функції коливальної системи за допомогою запобігання її резонансу та використання пасивної ізоляції.

У принципі, конструктор може знизити механічні коливальні та ударні навантаження на прилад та навколишнє середовище трьома шляхами: демпфування; ізоляцією коливальної системи та гасінням цих навантажень. Гашення коливань застосовується в верстаті - і у великому приладобудуванні.

Демпфування коливань та ударів

Зниження коливальних та ударних навантажень шляхом демпфування можливе за рахунок механічних або електричних демпферів. Як механічні

демпфери можуть використовуватися також клапани, заслінки (дроселі) або сифони.

Ізоляція коливань та ударів

Під ізоляцією коливань розуміють зменшення чи запобігання поширенню коливань за допомогою ізоляторів (пружних елементів).

Для ефективної ізоляції частота збудження повинна значно відрізнятись від власної частоти ізолятора, тому що в іншому випадку можуть розвиватися звані частоти пробою. Прилад повинен бути встановлений або підвішений на ізоляторах. При цьому ізоляція коливань буде ефективною, якщо власні частоти системи, що ізолюється, менше найнижчої гармоніки частоти збудження.

Конструктивно блок управління замком електромеханічним передбачає установку в приміщенні, тому захист від впливу вібрацій та ударних навантажень передбачається біля будівлі в цілому (рис.5.1).

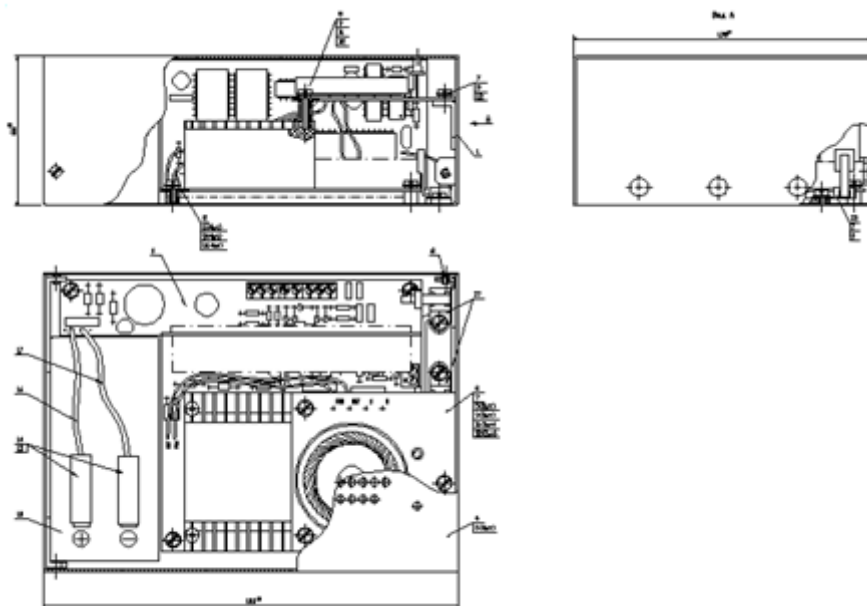


Рисунок 5.1 - Блок управління замком електромеханічним

ВИСНОВОК

У магістерському проекті розроблено та досліджено електронний замок на мікроконтролері. Було зроблено докладний аналіз кліматичних і дестабілізуючих факторів та аналіз електричної схеми, наведено принцип роботи розроблюваного блоку та його основні технічні параметри.

Проведено порівняльну характеристику приладу, що розробляється з вже існуючими прототипами та аналогами, вказані переваги та недоліки. Особливо висока вартість, поряд з відсутністю аналогічних вітчизняних систем, стримує впровадження зарубіжних систем для контролю доступом в приміщення.

Відповідно до завдання проведений вибір і обґрунтування методу і принципів конструювання, методів виготовлення друкованих плат, способу охолодження на ранніх стадіях проектування, способу і методів герметизації, екранування і віброзахисту, а також проведений вибір компоувальної схеми.

У проекті виконані також: компоувальний розрахунок блоків ЕА, розрахунок теплового режиму, розрахунок конструктивно-технологічних параметрів друкованих плат, розрахунок механічної міцності та системи віброударного захисту, розрахунок електромагнітної сумісності, розрахунок лицьової панелі блоку управління, повний розрахунок надійності та розрахунок показників технологічності. Розглянуто заходи щодо захисту від корозії, вологи, електричного удару, електромагнітних полів та механічних навантажень

Згідно розрахунків можна констатувати, що пристрій задовольняє всі техніко-технологічні характеристики та може бути введений у експлуатацію.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базовый принцип конструирования РЭА / Е.М. Парфенов, В.Ф. Афанасенко, В.И. Владимиров, Е.В. Саушкин; Под ред. Е.М. Парфенова. - М.: Радио и связь, 1981.
2. Варламов Р.Г. Компоновка радиоэлектронной аппаратуры. Изд. 2-е переработанное. - М.: Сов. радио, 1975.
3. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Сов. радио, 1976.
4. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для студентов специальности «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» / Н.С. Образцов, В.Ф. Алексеев, С.Ф. Ковалевич и др.; Под ред. Н.С. Образцова. - Мн.: БГУИР, 1994.
5. Гелль П.П., Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры. - Л.: Энергоатомиздат, 1984.
6. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо, Р.И. Томилин, Б.И. Цитович, Л.Г. Юдовин. - Мн.: Выш.шк., 1988.
7. Поляков К.П. Конструирование приборов и устройств радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и связь, 1982.
8. Каленкович Н.И. и др. Механические воздействия и защита РЭС: Учеб.пособие для вузов / Н.И. Каленкович, Е.П. Фастовец, Ю.В. Шамгин. - Мн.: Выш.шк., 1989.
9. Хлопов Ю.Н., Боровиков С.М., Алефиренко В.М., Несмелов В.С., Алексеев В.Ф., Воробьева Ж.С., Образцов Н.С. Методическое пособие к курсовому проектированию по курсу «Конструирование и микроминиатюризация РЭА». - Мн.: РТИ, 1983.
10. Карпушин В.Б. Вибрации и удары в радиоэлектронной аппаратуре. - М.: Сов.радио, 1971.

11. Парфенов Е.М. и др. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб.пособие для вузов / Е.М. Парфенов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачев. - М.: Радио и связь, 1989.
12. Введение в эргономику. / Под.ред. В.П. Зинченко. - М.: Сов.радио, 1974.
13. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / Под.ред. Э.Т. Романычевой. - М.: Радио и связь, 1989.
14. Справочник. Полупроводниковые приборы: диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры. / Под общей редакцией А.В.Голомедова – М.: "Радио и связь", 1989.
15. Справочник. Полупроводниковые приборы: транзисторы. – Л.: "Энергоатомиздат", 1984.

ДОДАТОК А

Повний розрахунок надійності з використанням програми ТМО

ВИХІДНІ ДАНІ ДО РОЗРАХУНКУ:

Амортизація відсутня

Вологість повітря 60.0%

Висота над рівнем моря 1000 км.

Заданий час роботи 20000.0 год.

РЕА відновлювана

Група N:1 - Конденсатори електролітичні алюмінієві

Кількість елементів: 5

Інтенсивність відмов - $5.500 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.62

Група N:2 - ПП цифрові ІС 3 ступеня інтеграції

Кількість елементів: 13

Інтенсивність відмов - $2.250 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.01

Група N:3 - ПП цифрові ІС 4 ступеня інтеграції

Кількість елементів: 2

Інтенсивність відмов - $7.500 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.65

Група N:4 - ПП цифрові ІС 3 ступеня інтеграції

Кількість елементів: 5

Інтенсивність відмов - $2.250 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.80

Група N:5 - Резистори пост. непровол., Ррасс.ном. < 0.5 Вт, струм пост.

Кількість елементів: 37

Інтенсивність відмов - $0.050 \cdot E^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.03

Група N:6 – Запобіжники

Кількість елементів: 4

Інтенсивність відмов - $5.000 \cdot E^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.20

Група N:7 - Мережевих трансформаторів, дпров. < 0.1 мм

Кількість елементів: 1

Інтенсивність відмов - $0.750 \cdot E^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.10

Група N:8 - Реле Е/М заг. застосування

Кількість елементів: 1

Інтенсивність відмов - $2.500 \cdot E^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.25

Група N:9 - Транзистори кремнієві малопотужні

Кількість елементів: 8

Інтенсивність відмов - $0.750 \cdot E^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.04

Група N:10 - Транзистори кремнієві середньої та великої потужності

Кількість елементів: 3

Інтенсивність відмов - $1.500 \cdot E^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.04

Група N:11 - Діоди високочастотно кремнієві

Кількість елементів: 9

Інтенсивність відмов - $0.200 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.51

Група N:12 - Діоди високочастотно-кремнієві

Кількість елементів: 14

Інтенсивність відмов - $0.200 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.50

Група N:13 - Стабілітрони малопотужні, Pрос. < 1 Вт

Кількість елементів: 1

Інтенсивність відмов - $0.900 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.50

Група N:14 - Світлодіоди

Кількість елементів: 3

Інтенсивність відмов - $0.700 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.35

Група N:15 - Акумулятори

Кількість елементів: 1

Інтенсивність відмов - $10.300 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.20

Група N:16 - Котушки індуктивності, dпров. < 0.1 мм

Кількість елементів: 1

Інтенсивність відмов - $0.300 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.20

Група N:17 - Провід монтажний

Кількість елементів: 6

Інтенсивність відмов - $0.300 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.00

Група N:18 - Плати друкарського монтажу

Кількість елементів: 3

Інтенсивність відмов - $0.200 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.00

Група N:19 - З'єднання механічною пайкою

Кількість елементів: 262

Інтенсивність відмов - $0.060 \cdot 10^{-7}$ 1/год.

Температура: 20.0 гр.

Коеф. ел. навантаження: 0.00

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ:

Інтенсивність відмов: 0.000015 1/год.

Напрацювання на відмову: 66881.6 год

Довірчі кордони для напрацювання на відмову:

63469.2 ... 70293.9 год

Ймовірність безвідм. роботи (за время $t=20000.0$ час): 0.9015

ДОДАТОК Б

Результати розрахунку теплового режиму блоку за допомогою програми «ТЕРЛО»

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ ГЕРМЕТИЧНОГО БЛОКУ РЕА ПРИ ПРИРОДНИМ ПОВІТРЯНОМУ ОХОЛОДЖЕННІ

Температура корпусу: 64.32770 гр. Цельсія

Температура нагрітої зони: 66.01954 гр. Цельсія

Температура повітря в блоці: 65.17362 гр. Цельсія

Розрахунок проводився за такими вихідними даними:

Потужність, що розсіюється нагрітою зоною: 24.00 Вт

Тиск навколишнього середовища: 103000 Па

Тиск усередині блоку: 103000 Па

Коефіцієнт заповнення за обсягом: 0.60

Температура навколишнього середовища: 40.0 гр. Цельсія

Довжина блоку: 0.183 м

Ширина блоку: 0.130 м

Висота блоку: 0.065 м

Таким чином, температура повітря в корпусі блоку в гіршому випадку становитиме 66 градусів Цельсія, що не перевищує гранично допустимі температури жодного з елементів, отже температурний режим блоку перебуває у нормі.