

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до дипломного проекту (роботи)  
бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Розробка електронного блоку для охорони приміщень

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи РВс

спеціальності (напряму підготовки) 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Великий А.С

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дубиняк Т.С

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

«    »

\_\_\_\_\_

20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Великому Артуру Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка електронного блоку для охорони приміщень

Керівник роботи к.т.н. доц. Дубиняк Тарас Степанович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » 05 2023 року № 4/7-578

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи технологічна документація, технічне креслення.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Загальнотехнічна частина.  
Конструкторсько технологічна частина. Спеціальна частина. Безпека життєдіяльності,  
основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)



# ЗМІСТ

## ВСТУП

### 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

1.2 Виготовлення друкованої плати

### 2 КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка технічного завдання

2.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

2.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

2.4 Опис і обґрунтування вибору базового елемента

2.5 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу. Вибір типу технології

2.6 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки

2.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

2.8 Аналіз технологічності конструкції

2.9 Вибір методу одержання заготовки

2.10 Визначення пропусків та міжопераційних розмірів

2.11 Розрахунок режимів різання

2.12 Визначення кількості обладнання

2.13 Термічна обробка деталі

2.14 Розрахунок пристосіблення

### 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

3.2 Інструкції з проектування друкованих плат. Розрахунок параметрів друкарської збірки.

3.3 Оцінка теплових режимів роботи виробу

3.4 Розрахунок надійності проектного пристрою

3.5 Наукове дослідження і математичне моделювання

3.5.1 Дослідження вхідного каскаду пристрою

#### 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Техніка безпеки при регулюванні та обслуговуванні охоронного пристрою

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні охоронного пристрою

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

## ВСТУП

Система безпеки та оборони. Набір заходів або пристроїв, призначених для захисту людей і власності від широкого спектру небезпек, таких як злочин, пожежа, аварія, шпигунство, саботаж, саботаж і напад. Більшість систем безпеки та захисту зосереджуються на конкретних загрозах, а не на інших. Наприклад, крадіжка та шахрайство співробітників (крадіжка, розкрадання, шахрайство тощо) є головною проблемою безпеки в роздрібних магазинах. Загальні категорії, які потребують захисту, включають особисту безпеку людей в організації, таких як співробітники, клієнти та мешканці. Матеріальні активи, такі як установки, обладнання, готова продукція, готівка та цінні папери. Нематеріальні активи, такі як головні секрети національної безпеки та особиста «делікатна» інформація (наприклад, комерційна таємниця). Ключова відмінність між системами безпеки та захисту та державними службами, такими як поліція та пожежна служба, полягає в тому, що перші використовують інструменти, які наголошують на пасивних запобіжних заходах. Системи безпеки використовуються багатьма організаціями, від державних установ і промислових компаній до житлових комплексів і шкіл. Більші організації можуть мати власні системи безпеки або звертатися за послугами професійних організацій безпеки.

Походження систем безпеки невідоме, але методи захисту вашого будинку, такі як використання замків і ґрат, дуже давні. У міру розвитку цивілізації було визнано різницю між пасивною та активною безпекою, і відповідальність за заходи активної безпеки покладалася на поліцію та пожежну службу.

Розробка та розповсюдження систем безпеки та обладнання в різних частинах світу були нерівномірними процесами. У відносно слаборозвинених країнах або слаборозвинених частинах країн, які нещодавно індустріалізувалися, технологія безпеки, як правило, існує в рудиментарній формі, наприклад, заґратовані вікна, замки та елементарні засоби безпеки

персоналу. Однак у багатьох таких регіонах на об'єктах великих міжнародних корпорацій і чутливих урядових установах використовується складне обладнання та методи.

Системи безпеки стають все більш автоматизованими, особливо в області виявлення та передачі інформації про небезпеки та вразливості. Ця ситуація справедлива як для програм, пов'язаних зі злочинністю, таких як пристрої виявлення вторгнень, так і для систем пожежної сигналізації та реагування (пожежної сигналізації). Прогрес у мініатюризації та електроніці відображається в обладнанні безпеки, яке є меншим, надійнішим і простіше встановлювати та обслуговувати.

Даний пристрій є досить поширений в використанні, через те що охорона приміщень є досить популярною. Основною його перевагою є те що в ньому використовується п'єзоелемент, який притискається до дверей будинку. Використання п'єзоелементу покращує роботу приладу. Працює за принципом механічного впливу на двері або інший об'єкт на який реагує пьезодатчик, також може використовуватись в якості охоронного пристрою для автомобіля.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

Охорона житла є ще однією особливою категорією. Великі будинки чи багатоквартирні комплекси, особливо якщо вони знаходяться під одним управлінням, можуть застосовувати складні заходи безпеки, включаючи, наприклад, замкнутий телевізійний моніторинг ліфтів і коридорів і навчену охорону. Все частіше використовується відносно просте обладнання для будинків або невеликих багатоквартирних будинків, як, наприклад, зовнішнє освітлення та сигналізація. Деякі мікрорайони великих міст спільно використовують патрульні служби або організовують місцеве волонтерське патрулювання.

Деякі з найефективніших досягнень у технологіях безпеки за останні кілька десятиліть були у сфері фізичної безпеки, тобто захисту матеріальними засобами. Фізична безпека складається з двох основних компонентів: архітектура будівлі та обладнання; обладнання та прилади.

Обладнання та пристрої можна класифікувати за різними категоріями залежно від використовуваних критеріїв. Якщо критерієм є призначення, деякі з основних категорій – це контейнери для записів, включаючи сейфи та файли; засоби зв'язку, такі як двосторонні радіостанції та телефони-шифрувальники; ідентифікація, включаючи бейджи та автоматичні системи контролю доступу, які вимагають використання коду; пристрої для розслідування та виявлення і пристрої для виявлення вторгнень, такі як фотоелементи та обладнання для розповсюдження ультразвукових хвиль; спостереження та спостереження, включаючи пристрої для прослуховування та запису, камери, системи замкнутого телебачення та односторонні дзеркала; контрзаходи для спостереження та спостереження, такі як обладнання, призначене для виявлення електронних пристроїв спостереження; та протипожежний захист.



Система класифікації, заснована на процесі, призводить до іншого набору категорій. Приклади включають бар'єри по периметру (наприклад, огорожі, стіни) і замки для запобігання або контролю доступу, а також системи освітлення для сприяння нагляду та запобігання незаконному проникненню.

Досягнення в технології обладнання безпеки були численними. Деякі з найбільш примітних прикладів включають сенсорні пристрої, які повідомляють про несанкціоноване вилучення предметів; системи персональної ідентифікації та контролю доступу, які безпосередньо «зчитують» унікальні персональні характеристики, такі як якість голосу та геометрія руки; пристрої спостереження, які можуть сканувати приміщення вночі; і пристрої, які дозволяють здійснювати спостереження на значних відстанях, що робить непотрібним вхід у приміщення.

Можна розробити методи роботи та засоби управління таким чином, щоб безпека була однією з цінностей, які прагнуть поряд з максимальною продуктивністю та мінімізацією витрат. Приклади включають використання автоматизованих систем ведення записів, використання форм і звітів, які періодично перевіряються на фактичну інвентаризацію, і застосування принципу подвійної відповідальності, згідно з яким робота розподіляється таким чином, що робота одного працівника перевіряє точність роботи іншого.

Оскільки системи контролю не є самокерованими, їх необхідно періодично тестувати та контролювати. Типовою процедурою є перевірка вразливості, або перевірка «створеної помилки», під час якої помилка або порушення, наприклад помилковий рахунок-фактура, навмисно встановлюється в систему, щоб перевірити, чи воно виявлено та повідомлено про нього. Таємні слідчі, такі як наймані «покупці», які перевіряють чесність торгового персоналу, також відіграють роль у контролі за роботою систем контролю.

Дизайн макета РСВА та розміщення компонентів

Конструкція компонування та розміщення компонентів на поверхні РСВА можуть мати непрямий вплив на стійкість до вологи. Мініатюрні конструкції, що забезпечують тесне розміщення та менші компоненти, сприяють з'єднанню

компонентів шаром води, що конденсується, таким чином створюючи легкий шлях для виникнення тимчасових відмов. Однак пов'язані з вологістю ефекти також залежать від рівня чутливості схеми, наприклад, необхідного SIR та інших електричних властивостей. Тому уникнення невеликих відстаней і розміщення чутливих компонентів у критичних областях РСВА є важливим для досягнення кращої надійності електроніки. Чутливі компоненти, такі як резистори високої вартості, більш чутливі до струму витoku, коли на їх поверхні утворюється шар води. Щоб підвищити надійність, можна використовувати більші резистори та розташовувати їх у чутливих зонах або замість них можна використовувати кілька резисторів менших номіналів. Подібна аналогія може бути використана у зв'язку з іншими компонентами. Загалом, будь-які можливості зниження чутливості ланцюга щодо паразитного струму, спричиненого локальним утворенням водяної плівки в критичних областях, або зменшення чутливості компонента чи частини ланцюга підвищать надійність від Точка зору дизайну РСВА.

Іноді проста зміна конструкції може призвести до підвищення стійкості до вологи. проаналізували рівень чутливості схеми диференціального підсилювача, припустивши, що залишки потоку локально присутні на платі. Деякі з резисторів, задіяних у схемі, виявилися найбільш чутливими з точки зору взаємодії вологи. Тому одним із рішень для підвищення надійності електроніки є зменшення чутливості цих резисторів до утворення паразитної водяної плівки, яка діє як паралельний резистор. Цього можна досягти шляхом поділу конкретного резистора на кілька компонентів із меншим опором, якщо конструкція РСВА дозволяє такі зміни. Це ефективно служитиме двом цілям: (і) зменшить чутливість кожного окремого резистора до взаємодії з вологою та її перешкоджатиме утворенню локалізованого шару води на всіх резисторах одночасно. Оскільки утворення водяної плівки в перехідних умовах є локальним явищем, геометричне розділення чутливих компонентів може загалом покращити надійність РСВА. Коли великий резистор розділяється на кілька резисторів, паразитний опір, пов'язаний із шаром води ( $R_{p,w}$ ),

формується на кожному з окремих резистивних компонентів. Припускаючи однакове значення  $R_p, w$  для всіх розділених резисторів, чистий опір мережі буде вищим, ніж опір окремого резистора високого значення, тому він має менший вплив на функціональність усієї схеми. Розділення резистора 100 кОм на два резистора по 50 кОм забезпечує  $\sim 10\%$  збільшення чутливості [4]. Подібна аналогія може бути використана для вирахування впливу інших пасивних компонентів.

Електрохімічний процес є потенціалозалежним; отже, підвищене зміщення на РСВА може збільшити швидкість електрохімічних реакцій, коли водяна плівка утворюється на електронних поверхнях у вологих умовах. Як правило, менша різниця потенціалів між зміщеними та близько розташованими точками зменшує ймовірність виникнення відмови. Характеристики профілю зміщення, такі як AC/DC або інші форми, також впливають на електрохімічний процес, отже, вплив вологості на РСВА за умов зміщення. Біполярний ефект від електричного поля є ще одним важливим аспектом, коли задіяні вищі напруги. В електрохімії біполярне явище засноване на електричній поляризації провідних об'єктів, поміщених в електричне поле в розчині. Поляризація об'єкта створює різницю потенціалів між двома кінцями об'єкта, яка дорівнює електричному полю, помноженому на розмір об'єкта. Кінець об'єкта, розташований поблизу позитивно зміщеного електрода, стає негативно зарядженим, а частина, розташована поблизу негативно зміщеного електрода, стає позитивно зарядженою. На поверхні РСВА цей процес призведе до зміщення незміщених точок, наприклад отворів, розташованих у межах досяжності водяної плівки, яка утворилася між двома зміщеними точками. Деякі з наповнювачів, що використовуються в SM, є напівпровідниковими, тому відчувають ефекти поляризації в біполярних умовах. Залежно від близькості біполярного електрода, розчинення металу або осадження дендритів (електрохімічний окисно-відновний процес) може відбуватися з таких поляризованих точок. У майбутньому можна очікувати більше подібних проблем через вищу напругу на поверхні РСВА.

Іншим критичним аспектом, пов'язаним з конструкцією, у зв'язку зі взаємодією вологи з РСВА, є температурний профіль вузла в умовах експлуатації. Якщо РСВА самостійно генерує тепло, його розподіл по поверхні РСВА залежить

## **1.2 Виготовлення друкованої плати**

Виробництво друкованих плат - це складний процес. Сира плата проходить різні етапи, і, нарешті, ми отримуємо двосторонню друковану плату. У цій статті ми проведемо вас через кожен крок. Ми спробуємо пояснити все, що ви повинні знати про процес виробництва.

### **Розробляємо схему друкованої плати**

Першим кроком перед проектуванням і виготовленням друкованої плати є розробка принципової схеми. У нас є багато програмного забезпечення для проектування друкованих плат.

Наприклад, тут ми перерахували понад 30 програм для проектування друкованих плат для безкоштовного завантаження. Однак, виходячи з нашого досвіду, ми рекомендуємо EDA та Eagle.

### **Розробляємо макет друкованої плати**

Після завершення розробки схеми друкованої плати, ми можемо приступити до розробки макета друкованої плати. Інструменти, які нам потрібно використовувати, включають Eagle EDA. Потім за допомогою лазерного принтера друкуємо макет друкованої плати на глянцевому папері.

Пам'ятаємо, що перед друком верхнього шару потрібно дзеркально відобразити зображення макета верхнього шару. В іншому випадку схема буде перевернута.

### **Перевіряємо DFM**

Процес починається з перевірки файлу. Отримані макети та файли зазвичай створюються інженером, і досить часто інженер може бути не знайомий з виробничим процесом, обмеженнями та іншими питаннями.

Здебільшого дизайнери створюють файли відповідно до своїх потреб, і файли/дизайни не відповідають виробничим процесам. Це серйозна проблема, яка може призвести до затримок і проблем під час виробництва друкованої плати. Таким чином, дуже важливо переконатися, що все відповідає виробничому процесу.

Ця перевірка відома як DFM-перевірка, що означає "Дизайн для технологічності". Експерти вивчають файл і виправляють недоліки та проблеми. Вони дивляться на сліди, шари, отвори, прокладки і все, щоб переконатися, що дизайн ідеально готовий до виробництва. Після того, як дизайн і файли готові, їх відправляють на виробництво друкованої плати.

Вибираємо матеріали для друкованої плати

Існує багато матеріалів, що використовуються у виробництві друкованих плат, з яких користувачі та виробники друкованих плат можуть вибирати. Різні марки та матеріали мають різні характеристики, а різні матеріали також забезпечують різні переваги, такі як FR4, керамічна підкладка, залізна підкладка, алюмінієва підкладка тощо.

Fr-4, один з вогнезахисних матеріалів, який широко використовується в базових підкладках друкованих плат. Дошка FR4 є економічною та доступною і може підтримувати стабільність та безпеку плати друкованої плати в екстремальних температурних умовах.

Однак FR4 не підходить для високочастотних і високошвидкісних друкованих плат. В цей час нам потрібно вибирати високочастотні матеріали, такі як серія RO4000 від Rogers, серія RT5000/6000, серія TLX від Taconic і так далі.

Ми використовуємо алюміній, метал або мідь як підкладку для світлодіодної друкованої плати або алюмінієвої друкованої плати, що використовується в індустрії світлодіодного освітлення.

Склад ламінату з мідним покриттям на фабриці друкованих плат

Ламінат, покритий міддю, є однією з найважливіших сировинних матеріалів для виробництва друкованих плат.

Ріжемо CCL (ламінат з мідним покриттям)



Рисунок 1.1

Наступним кроком є розрізання дошки відповідно до вимог. Сира плата друкованої плати досить велика. Існують різні розміри, такі як 37 x 49 дюймів, 41 x 49 дюймів та 43 x 49 дюймів. Тому її розрізають на потрібні розміри, які можна використовувати в машинах.

Маємо на увазі, що розмір плати, отриманий після різання, не відповідає розміру вашої схеми; він набагато більший. Розмір нашої друкованої плати може бути невеликим, тому кілька схем на платі можуть зробити процес економічним

Наприклад, якщо ми замовили п'ять друкованих плат розміром 4 x 4 дюйми, на платі залишиться багато місця після того, як всі п'ять друкованих плат будуть розміщені на ній.

Таким чином, схеми інших клієнтів також розміщуються на тій самій платі, а після виготовлення схеми розрізаються і відокремлюються одна від одної. Ідея полягає в тому, щоб розумно використовувати простір на платі і розмістити якомога більше плат. Це робить процес більш економічним.

Після розрізання плати її бокові сторони вирівнюються, а краї обрізаються. Плата має шари міді з обох боків, тому вона підходить для створення двосторонньої друкованої плати.

Свердлимо отвори в платі

Друкована плата потрапляє до автоматичного свердлильного верстата, який швидко створює отвори в платі. Верстат самостійно змінює свердла, все автоматизовано.

Отвори відіграють різну роль у схемі. Найпростіший тип отвору - це механічний отвір, який робиться по краях плати. Цей тип отворів призначений для утримання друкованої плати за допомогою гвинтів.

На друкованій платі є три найважливіші отвори, які називаються вентиляційними отворами. Перший - це плакований наскрізний отвір (PTH), який створює отвір від одного кінця друкованої плати до іншого. Ми можемо бачити з отвору. Цей тип отворів використовується для з'єднання компонентів. Він також з'єднує внутрішні шари, але у випадку двосторонніх друкованих плат внутрішній шар відсутній.

Інші два типи отворів - це глухі та заглиблені отвори. Ці отвори з'єднують внутрішні шари, і в них немає необхідності в двосторонніх платах.

Після свердління плата проходить через очисну камеру, щоб видалити бруд і сміття. Потім отвори з внутрішньої сторони покривають міддю. Спочатку наноситься тонкий шар міді, а потім плата проходить через гальванічне покриття, щоб збільшити товщину міді в отворах.

Безелектричне осадження міді - наносимо покриття через отвори

Безелектричне осадження міді через отвори, оскільки отвори спочатку складаються з епоксидної смоли. Після осадження міді панель занурюється в кислотний розчин для запобігання окисленню. Він буває двох типів - горизонтальний і вертикальний. Горизонтальний PTH призначений для осадження вуглецю, а вертикальний PTH - для осадження міді.

Безелектричне осадження міді є одним з найважливіших етапів у процесах виробництва двосторонніх і багатошарових друкованих плат. Оскільки всі друковані плати з 2 або більше шарами використовують наскрізні отвори для з'єднання провідників між шарами.

Безелектричне осадження міді - наскрізні отвори



Рисунок 1.2

Фотографуємо та друкуємо друковану плату.

У цьому процесі створюється плівка, яка має дизайн схеми. Вона використовується для перенесення схеми на друковану плату.

Фоторезистивна плівка наноситься на плату, отриману з попередньої. Плівка наноситься на плату гарячим способом за допомогою машини. Після нанесення плівки плата готова до опромінення ультрафіолетовим світлом для друку схеми.

Весь процес відбувається в приміщенні, де є лише жовте світло. Це пов'язано з тим, що фоторезистивні плівки чутливі до іншого світла. Крім того, людина, яка працює в цій зоні, одягає спеціальний костюм і проходить через камеру очищення від пилу та бруду перед тим, як зайти в приміщення.

Плівка з малюнком схеми наноситься на плату; вона наноситься з обох боків. Потім плата проходить через камеру з ультрафіолетовим світлом. Під впливом ультрафіолету частина схеми затвердіває, а надлишкова частина залишається незмінною. Ми можемо побачити дизайн схеми на платі.



Рисунок 1.3



Наносимо малюнок

Товщина міді на поверхні друкованої плати визначається замовником. Мідну поверхню панелей очищають і активують у кількох ваннах, а потім наносять гальванічне покриття. Весь процес контролюється комп'ютером, щоб гарантувати, що кожен набір або партія панелей перебуває в кожній ванні рівно стільки часу, скільки потрібно. Ви можете побачити мідні аноди в пакетах.

Після покриття міддю олово наноситься на мідний ламінат як анод, а плата друкованої плати виступає катодом для гальванічного покриття, після чого проводиться електроліз.

Щоб забезпечити хорошу провідність через отвори, нам потрібно нанести на стінки отворів в середньому 20 мкм міді (18 мкм міді - це визначений мінімум за стандартом IPC 600J-Class 2). Це означає, що ми також наносимо +/- 20 мікрон на поверхневі доріжки.

Ванни сконструйовані таким чином, щоб забезпечити рівномірну товщину міді по всій панелі. Сучасні хімічні розчини також мають хорошу "метальну силу" для отримання рівномірної товщини міді прямо через отвір.

Після того, як ми нанесли мідь на плату, ми наносимо тонкий шар олова. Він буде використаний на наступному етапі процесу, коли ми витравлюватимемо непотрібну мідну фольгу.

Проявляємо та травимо

Тепер плату очищають за допомогою проявника. Він видаляє незатверділий фоторезист з плати. Після цього залишається лише затверділа частина, яка є малюнком схеми.

Сира плата має мідь з обох боків, і вона розподілена по всій платі. Таким чином, вся поверхня є провідною.

Для схеми нам потрібна лише провідна частина, а решту міді потрібно видалити. Для цього плату пропускають через травильний розчин. Розчин вимиває надлишок міді з плати, а мідь під затверділим фоторезистом залишається такою ж самою.

Після травлення затверділу плівку також видаляють, проходячи через різні промивні камери. Результатом цього етапу є плата, на якій нанесена повна схема. Мідь знаходиться тільки на схемі, і немає ніякої зайвої міді. Схема майже готова.

Виконуємо автоматичний оптичний контроль (АОІ)

Перш ніж йти далі, схема повинна пройти процес перевірки, щоб переконатися, що все ідеально. Після травлення є ймовірність обриву ланцюга, короткого замикання або будь-яких інших проблем. Тому дуже важливо провести перевірку перед тим, як йти далі.

Автоматична оптична перевірка - це простий тест, який робить зображення друкованої плати за допомогою камер. Потім зображення порівнюються з оригінальним дизайном. Після порівняння виявляються проблеми, і плата відокремлюється від партії.

Найкраще в цій перевірці - це її швидкий темп. Камери роблять знімки з різних кутів, і процес перевірки однієї частини плати займає кілька секунд.

Наносимо паяльну маску

Ви могли бачити на схемі зелений, білий, синій та інші кольори. Це називається паяльною маскою. Це тонкий шар полімеру, який працює як ізолятор між двома провідними лініями. Він запобігає утворенню короткого замикання. Маску наносять на всю плату, а потім сушать.

Тепер настав час видалити надлишки припою, які знаходяться над схемою. На плату накладається плівка, яка містить схему, що містить шаблони схем.

Потім плата проходить через ультрафіолетову камеру. Припій, що знаходиться поза схемою, затвердіває, в той час як маска припою над схемою залишається незмінною. Нарешті, маска припою над схемою очищається.



Рисунок 1.4

### Виконуємо шовкографію

Етикетки на друкованій платі називаються шовкографією. Їх можна використовувати для маркування компонентів і нанесення логотипу. На цьому етапі друкована плата потрапляє у гігантський принтер, який друкує етикетки на платі.

Шовкографія доступна в різних кольорах, таких як червоний, синій, жовтий і чорний, але стандартним кольором є білий.

### Трафаретний друк на фабриці друкованих плат

#### Обробляємо поверхню

Мідь на платі може піддаватися окисленню. Це не може тривати довго. Тому необхідно нанести поверхню на мідь, щоб захистити її від окислення.

Існує багато типів обробки поверхні, і клієнти можуть вибрати відповідно до своїх потреб. Ми можемо вибрати HASL, OSP, ENIG, ENEG, ENEPIG, занурення олова, занурення срібла тощо.

#### Маршрутизація

Ми вже обговорювали, що на платі є кілька схем, і на останньому етапі різальна машина розрізає схеми і робить їх окремими частинами.

#### Маршрутизація друкованої плати

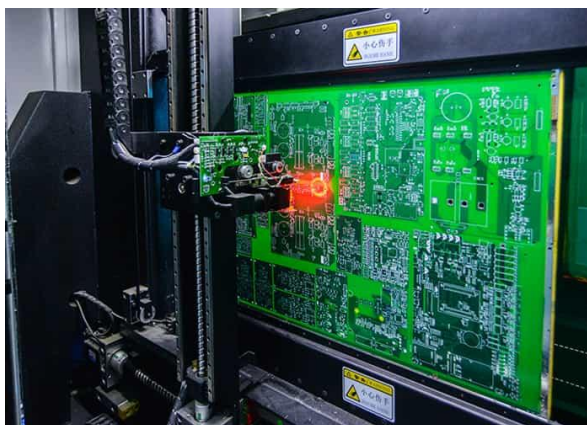


Рисунок 1.5

### Тестуємо літаючим щупом

Тестування є невід'ємною частиною виробництва друкованих плат, оскільки воно гарантує, що плата працює належним чином. Можуть виникнути короткі замикання, обриви або будь-які інші проблеми. Тому дуже важливо перевірити друковану плату перед тим, як передати її замовнику.

Для цього використовується тест Flying Probe Test. Це простий тест, в якому використовується кілька щупів. Щупи розміщуються над з'єднаннями, і через них пропускається струм. Він перевіряє, чи працює схема так, як очікувалося, чи ні. Наприклад, якщо між двома шляхами немає з'єднання, то струм не повинен проходити, якщо до них під'єднати щупи.

Це останній етап процесу виготовлення двосторонньої друкованої плати. Після цього етапу друковані плати пакуються і відправляються замовнику.

## 2 КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

- 1 Живлення пристрою повинно забезпечуватись від мережі постійного струму напругою:  $12\text{ В} \pm 10\%$ ;
- 2) Час вимкнення системи: 30с;
- 3) Габаритні розміри пристрою, не більше, мм - 120x85x69;
- 4) Маса пристрою, не більше, г – 400;
- 5) Діапазон робочих температур  $-10\dots+30^{\circ}\text{C}$ ;
- 6) Відносна вологість повітря: 80%.
- 7) Звуковий сигнал потужністю: 0,5Вт;
- 8) Тривалість звукового сигналу: 15с;
- 9) Спрацювання протягом: 2с.

### 2.1 Вибір і опис структурної схеми виробу

Складання структурної схеми містить в себе: блок живлення, датчика, підсилювач вхідної напруги, регулятор чутливості, інвертор, лічильник, вихідний підсилювач та гучномовець.

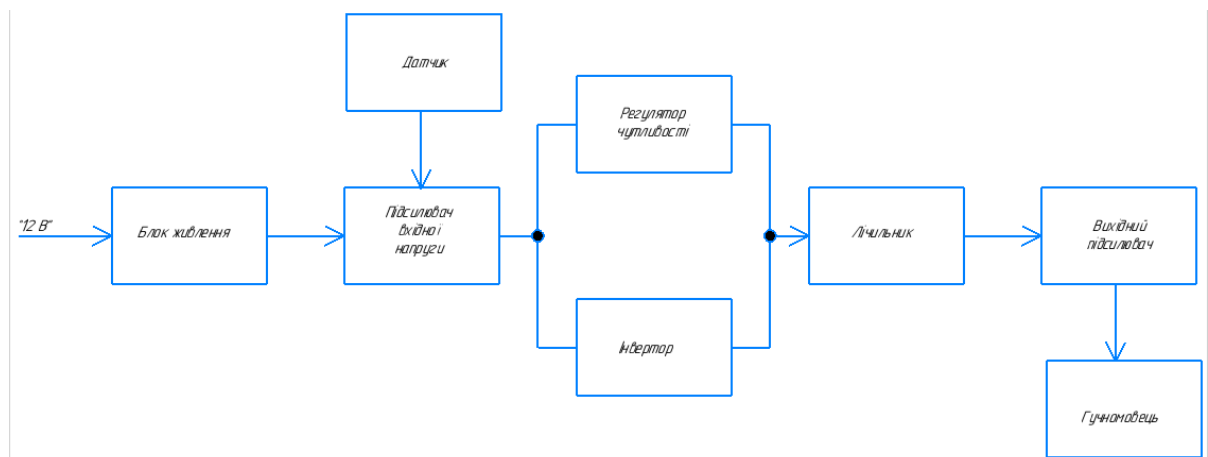


Рисунок 2.1-Схема електрична структурна

## 2.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

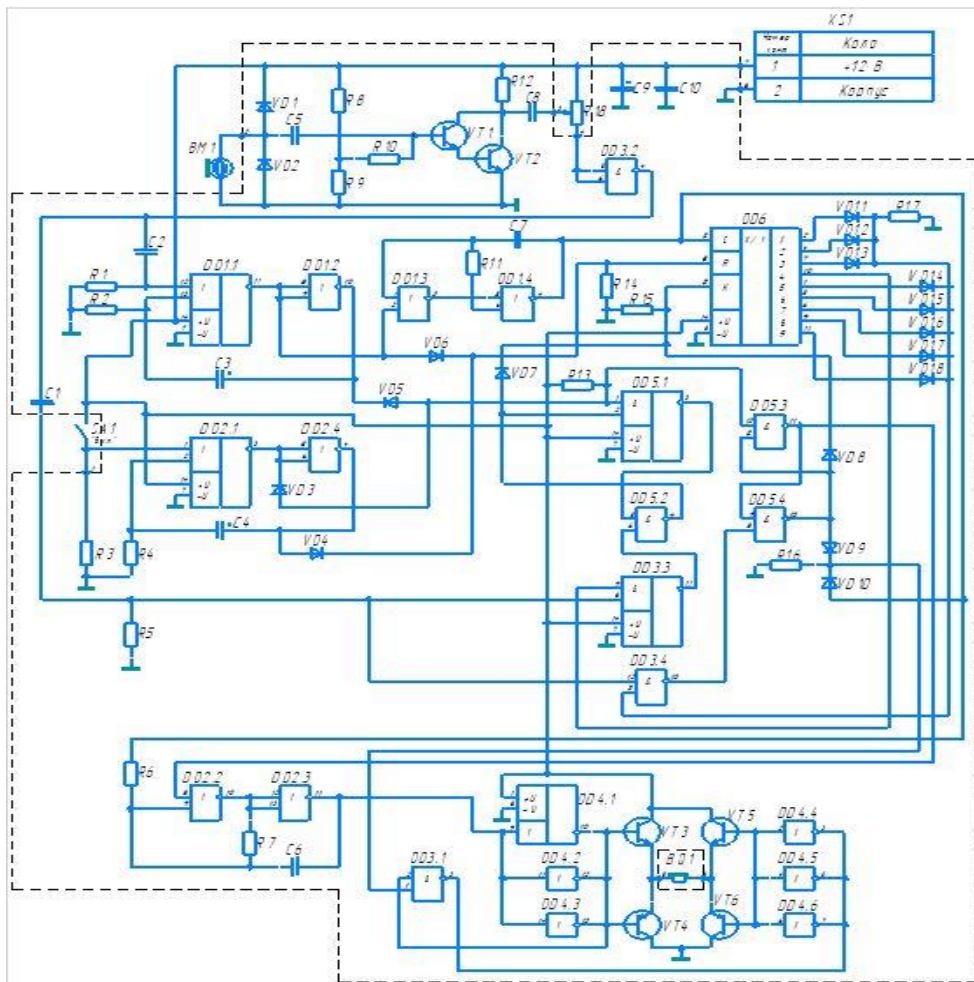


Рисунок 2.2 - Схема електрична принципова

Схема електрична принципова зображена на рисунку 2.2

Коли пристрій включений і працює в наступному режимі, перший легкий удар металевого предмета (спроба відкрити ключем або замком) викликає пакет імпульсів напруги датчика BM1. Підвищуючись на транзисторах VT1 і VT2 і проходячи через регулятор чутливості R5 і інвертор DD3.3, перший імпульс пачки запускає одиночний вібратор на DDL.L, DD1.2. На виході 11 dd1.1 з'являється лог "о", який запускає генератор другого імпульсу на елементах dd1.3 і dd1.4. Ці імпульси надходять на вхід "с" d6. Лічильники перемикаються і послідовно відображаються на виходах 1-9. "1".

Якщо другий такт зроблено протягом 1 секунди під час реєстрації. '1' на виході 4, то лог. Вихід 11 "0" з DD3.1 розгойдується RS-тригером елементів DD4.1 і DD4.2. На вході "Лічильник реєструється". 1" забороняється облік на всю тривалість одночасного імпульсу (приблизно 1 хв).4, лічильник також зупиняється і одночасно вмикається сирена на елементах DD2.3, DD2.4. DD6 і VT3 -VT6.

Коли закінчується імпульс одинвібратора, сирена вимикається і записується в журнал. Спочатку лічильник скидає '1'. Одночасний лог. '0' з ящика 10 DD1.2 через діод VD4 також встановить обидва RS-тригери в початковий стан, і пристрій перейде в наступний режим.

Один генератор з елементів DD2.1 і DD2.2, що спрацьовує при натисканні кнопки SA1, блокує роботу лічильника і унеможлиблює включення сирени більш ніж на одну хвилину.

Це необхідно для "тихого" зачинення дверей. Секто-контурні імпульси, що надходять через діод VD10 на підсилювач сирени, викликають клацання динаміка, що сприяє вимкненню сирени власником. Елемент DD3.4 переводить в наступні режими, знижуючи споживаний струм до 50-100 МА.

Для того щоб уникнути помилкових спрацьовувань пристрою, не потрібно встановлювати високу чутливість.

## **2.4 Опис і обґрунтування вибору базового елемента**

У проєкційних продуктах використана найсучасніша елементна база. При виборі елементів враховувалося співвідношення між ціною радіоелемента і його технічними характеристиками, а також електричними параметрами і надійністю, необхідними для температурного діапазону, вологості і механічних впливів.

Виходячи з цих критеріїв, обрано наступні електрорадіоелементи.

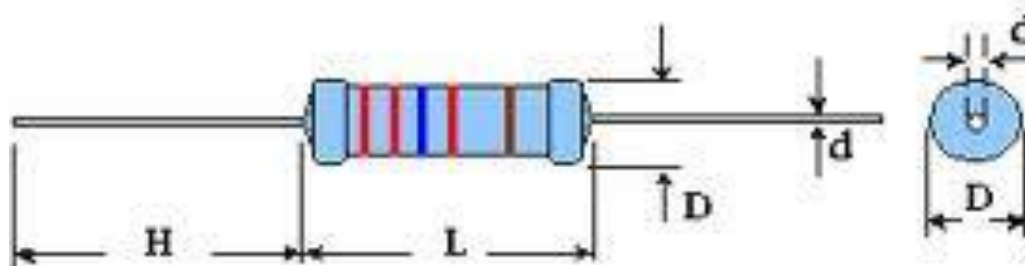
В даному пристрої використовуються резистори MFP-0,125.

Резистор МФП-0,125 - проникний, металевий шар, лаковий, термостійкий.

Резистори металеві діелектричні з металевим провідним шаром, неізолювані, для поверхневого монтажу, призначені для роботи від постійного, змінного та імпульсного струму. Оскільки ці резистори широко використовуються, вони дуже легкодоступні, і цей тип резисторів не дорогий, що знижує вартість виробу.

Ці резистори мають колірне кодування для зручності встановлення.

Такі резистори мають номінальний діапазон опорів =  $1...3 \times 10^6$  Ом, номінальну потужність = 0,125 Вт, максимальну напругу 350 В, діапазон робочих температур  $-60...+70^{\circ}\text{C}$  і допустимий опір. відхилення  $\pm$  Електричний параметр хороший, оскільки він може пригнічувати розкид параметра в ланцюзі на 10%. Усі ці параметри підходять для моєї схеми та можуть зменшити розмір



виробу.

Рисунок 2.3- Зовнішній вигляд та габаритні розміри резистора С1-4-0,125

$$L = 6 \text{ мм}; \quad H = 20 \text{ мм}; \quad D = 2,2 \text{ мм}; \quad d = 0,5 \text{ мм}$$

Для контролю струму ми використовували резистор групи В типу СПЗ-4АМ (величина опору 100 Ом), який є змінним, має хороші електричні параметри, недорогий і якісний.



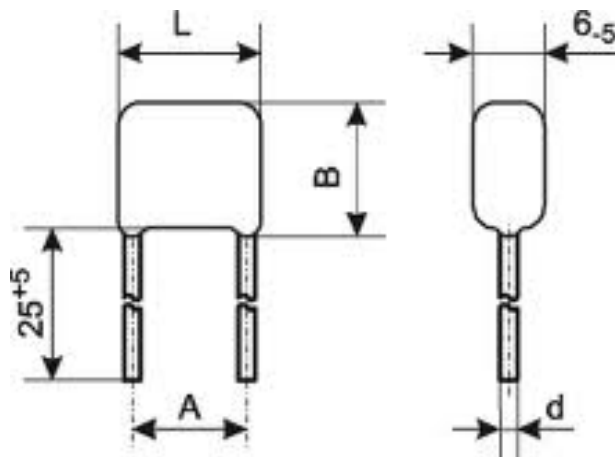


Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд резистора типу 16к1-100 кОм

Основні параметри:

- номінальна потужність, Вт.....0,5;
- діапазон номінальних опорів, кОм..... $1-4,7 \cdot 10^3$ ;
- максимальна робоча напруга, В.....250;
- допустиме відхилення опору, %..... $\pm 20$ .

Конденсатори керамічні постійної ємності b37979-"Ercos" – монолітні, багатошарові, розділові конденсатори. Використовується для роботи в ланцюгах постійного, змінного та імпульсного струму.



$$L = 7,5 \text{ мм} \quad B = 7,5 \text{ мм} \quad A = 5 \text{ мм} \quad d = 0,6 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рисунок 2.4 - Зовнішній вигляд та габаритні розміри конденсатора

Експлуатаційні дані:

- робоча напруга 50 В;
- температурний коефіцієнт ємності (ТКЄ) Н20;
- тангенс кута втрат, не більше 0,035;

- постійна часу для номінальної ємності вище 0,025 мкФ, не менше 100 МОм×мкФ;
- проміжне значення номінальних ємностей відповідає ряду E24;
- допуск: ±10% (H20);
- робоча температура -60...+125 °С.

У розробленому нами пристрої використовується один конденсатор такого типу номіналом 0,01 мкФ.

Цей конденсатор був обраний через його невеликий розмір, дуже низьку вартість і доступність, а також задовільні електричні параметри. Використання такого типу конденсатора дозволяє автоматизувати виробничий процес.

Алюмінієві поляризовані електролітичні конденсатори Jamicon серії ЕСАР з радіальними свинцями призначені для використання в побутовій електроніці.



Рисунок 2.5 -Зовнішній вигляд конденсаторів "Jamicon"

Основні технічні характеристики:

- номінальна ємність, мкФ.....0,1-15000;
- номінальна напруга, В.....6,3-450;
- тангенс кута діелектричних втрат:  
0,14 – при номінальній напрузі 25 В;  
0,10 – при номінальній напрузі 50 В;
- діапазон робочих температур, °С.....-40...+85;
- допустиме відхилення ємності від номіналу, %. .....±20;

Для цього конденсатора були використані наступні значення ємності: 1 мкФ і 1000 мкФ при номінальних напругах 25 В і 35 В відповідно.

Цей тип електролітичного конденсатора був обраний тому, що він доступний, недорогий і відносно гарної якості. В даному виробі було використано діоди таких типів: 1N4148 "Diotec"

Діоди 1N4148 "Diotec" – епітаксіально-планарні кремнієві імпульсні діоди, призначені для роботи в імпульсних пристроях.

Конструктивно оформлені в скляному корпусі з гнучкими выводами. Маркуються умовним кольоровим кодом – одною широкою і двома вузькими кольоровими полосками зі сторони позитивного виводу (анода).

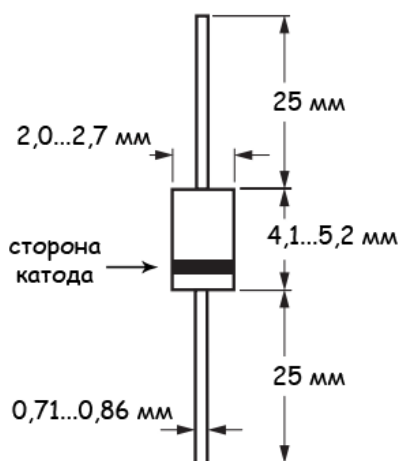


Рисунок 2.6- Зовнішній вигляд та габаритні розміри діода 1N4148

Основні параметри:

- постійна зворотня напруга, В.....50;
- максимальний постійний прямий струм, мкА.....30;
- максимальний постійний зворотній струм, мкА.....5;

Дана мікросхема використовується в приладі в якості стабілізатора напруги. Ми її використовуємо в зв'язку з тим що вона за всіма параметрами підходить до нашого приладу, а ще є поширеною і дешевою.

Мікросхема CD4011A "Texas Instruments" виконує роль генератора імпульсів. Вона зі всіма вимогами виконує свої функції, через це її добре використовувати в даному приладі.

14-pin plastic DIP  
(DIP-14P-M02)

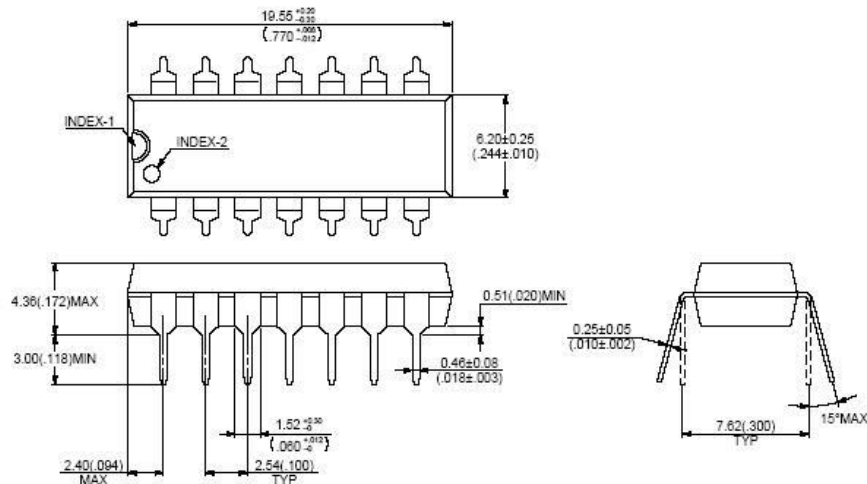


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри мікросхеми типу CD4011A "Texas Instruments"

Основні параметри:

- Напруга живлення.....3 – 15 В;
- Струм при напрузі 10 В.....0,2 mA;
- Максимальний вихідний струм.....1 mA;
- Час затримки.....25 нс;
- Кількість каналів.....4;
- Корпус мікросхеми..... 201.14-1.

Мікросхема CD4017A "Texas Instruments" виконує роль десяткового лічильника зі всіма поставленими вимогами. В зв'язку з цим її ми використовуємо в даному приладі.

16-pin plastic DIP  
(DIP-16P-M03)

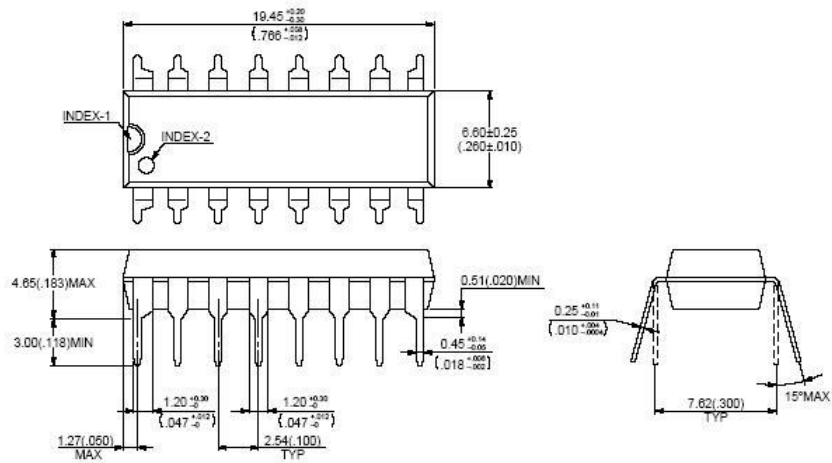


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри мікросхеми CD4017A "Texas Instruments"

Параметри мікросхеми:

Напруга живлення	+3В + 15В;
Кількість розрядів	4;
Струм при максимальній напрузі	0.6мА;
Час затримки	1860 нс;
Вихідний струм низького рівня	0.42мА;
Робочий діапазон температур	-45...+85 °С;
Корпус	DIP-16.

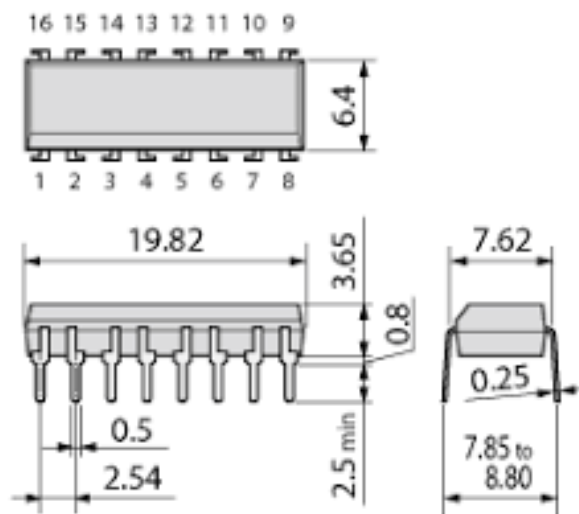


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри мікросхеми CD4050A "Texas Instruments"

Параметри мікросхеми:

Напруга живлення	+3В + 15В;
Кількість розрядів	4;
Струм при максимальній нарузі	0.6мА;
Час затримки	1860 нс;
Вихідний струм низького рівня	0.42мА;
Робочий діапазон температур	-45...+85 °С;
Корпус	DIP-16.

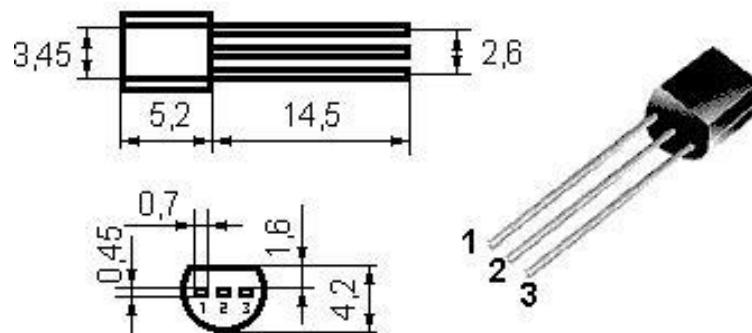


Рисунок 2.10 - Габаритні розміри та вигляд транзистора типу 2N2712 "Multicomp"

Таблиця 2.1 Електричні параметри

$I_{к макс}$ мА	$U_{ке0гр}$ В	$U_{е60 макс}$ В	$P_{к макс}$ мВт	$T_{к}$ /С	$T_{п макс}$ /С	$h_{21e}$	$U_{к6}$ В	$I_{е}$ мА	$U_{ке нас}$ В	$I_{к60}$ мкА	$f_{гр}$ МГц	$R_{т п-к}$ С/Вт
100	20	6	150	25	120	20...90	20	1	0,4	1	250	670

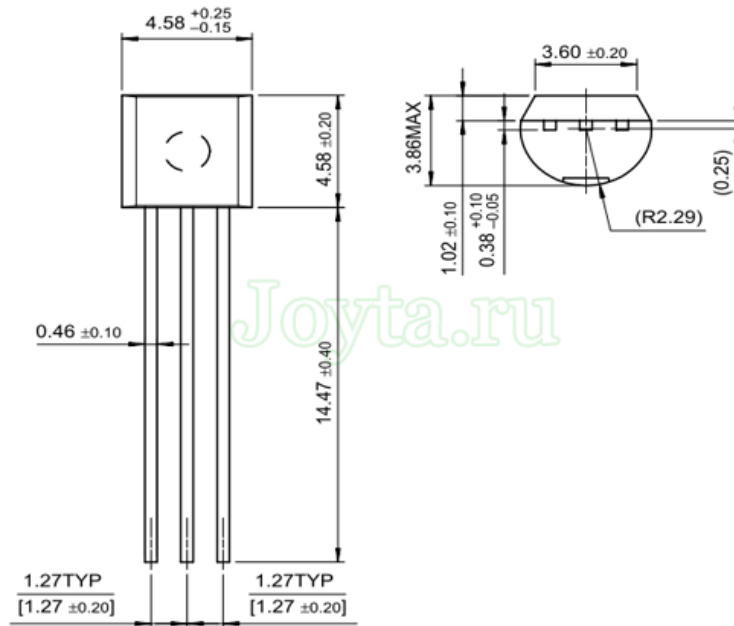


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри транзистора 2N5190 "Multicomp"

Технічні параметри транзистора:

Структура.....	N-канал;
Максимальна напруга стік-витік $U_{си}/V...$	60;
Максимальний струм стік-витік при 25 C $I_{си}$ макс., A...	0,2;
Максимальна напруга затвор-витік $U_{зі}$ макс., В.	$\pm 20$ ;
Опір каналу у відкритому стані $R_{си}$ вкл, мОм.....	5000;
Максимальна розсіювана потужність $P_{си}$ макс, Вт.	0,4;
Корпус	TO92;

Перемикач ASV-09-102 (див. рис. 2.11) фірми "Jietong Switch" в схемі призначений для включення/виключення мережі 220 В.

Розрахований на максимальний струм 6 А, напругу 250 В. Має 2 фіксованих положення.

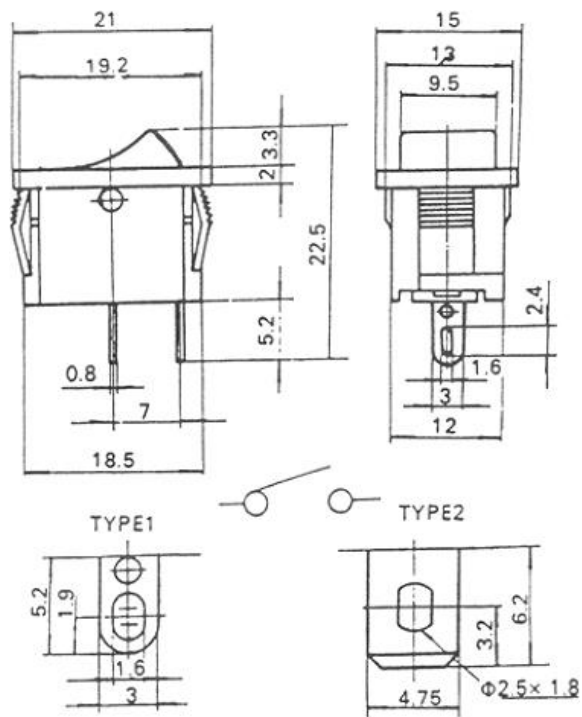


Рисунок 2.12 -Зовнішній вигляд та габаритні розміри перемикача HF-606 фірми «Meder electronic»



Рисунок 2.13 -Зовнішній вигляд гучномовця LD-SP-V15-8 Ом-0,5 Вт "Philips"

Технічні параметри гучномовця:

- Потужність 0,5Вт;
- Опір 8 Ом;
- Діаметр 50мм;
- Ширина 5мм;

Гучномовець LD-SP-V15-8 Ом-0,5 Вт фірми "Philips" використовується у приладі в якості сирени.



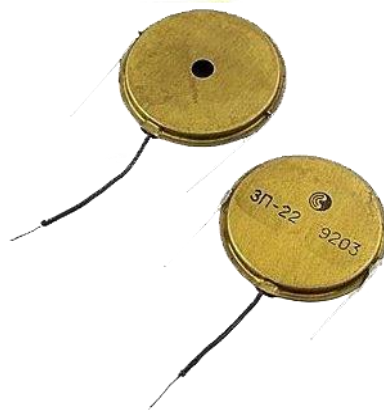


Рисунок 2.14 -Зовнішній вигляд пезовипромінювача VSB35EW "Murata"

Технічні параметри П'єзовипромінювача:

- Рівень звукового тиску	70 dBA;
- Частота..	20 kHz;
- Вид монтажу	Flush Mount;
- Діаметр..	35 mm;
- Особливості....	Ultra-thin and lightweight;
- Серія	.VSB;

Тому всі електронні компоненти, які використовуються в цьому пристрої, були підібрані з урахуванням допустимих електричних параметрів, що задовольняють електричну схему, їх доступності, вартості, якості тощо.

## **2.5 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу.**

### **Вибір типу технології**

Основним компонентом цього виробу є друкована плата. Друкована плата двостороння, виготовлена з фольгованого скловолокна СФ2-35-1,5ІКП по ГОСТ 10316-78.

Ця плата виготовлена найбільш поширеним і придатним методом комбінування для двосторонніх друкованих плат.

З метою забезпечення технологічності конструкції виробу, зручності збірки при виготовленні та зручності розбирання при налагодженні корпус може бути верхньою кришкою і нижньою кришкою.

Цей тип конструкції повинен забезпечувати легкий доступ до частин продукту для налаштування та налагодження.

Цей корпус виготовлений з чорного пластику. Такі корпуси мають наступні переваги:

Порівняно з металевими корпусами їхня перевага полягає в тому, що вони легші у виготовленні та легші для складання та обробки, але недоліком пластикових є те, що вони вбирають вологу та з часом втрачають свої захисні властивості. Такі вольєри також естетично привабливі.

Цей тип корпусів виготовляється методом лиття під тиском, одним із основних методів виробництва. Такий спосіб виготовлення дозволяє дотримуватись точних розмірів конструкції, не потребує додаткового охолодження форми та остигає набагато швидше.

Чотири стійки формуються для підтримки друкованого вузла. Товщина корпусу 2 мм. Використання вузла для друку робить збірку та налаштування корпусу дуже легкими.

## **2.6 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки**

Технологічність конструкції виробу — це набір конструктивних характеристик, що виражається в потенціалі оптимальної праці, виробництва, матеріалів і часу.

Виробництво, матеріали та час можна оптимізувати під час технічної підготовки виробництва.

Оптимальна праця, матеріалів і часу порівняно з відповідними показниками аналогічної конструкції при забезпеченні встановлених показників якості продукції при технічній підготовці до виготовлення, експлуатації та ремонту, сукупність конструктивних характеристик, що проявляються в статуровості – це технологічність.

Існує два методи оцінки технологічності: кількісний і якісний.

Під кількісною оцінкою технологічності розуміється розрахунок показника технологічності за формулою.

Якісна оцінка — це словесне обґрунтування рівня технологічності конструкції виробу.

Оцінка технологічності продукту проводиться для ефективного проектування та аналізу дизайну, щоб скоротити час і витрати на розробку продукту, інженерну підготовку, виробництво, експлуатацію та ремонт. При якісній оцінці конструкція конструктивно і технічно аналізується з точки зору придатності виробу до умов виробництва і вартості виготовлення та експлуатації.

Процес складання вузла друку в основному поділяється на такі завдання:

- Складання та маркування.
  - Використовує латексний дозатор і захищає контактні майданчики, що не підлягають паянню, автоматичним латексом
  - Субстрат просушити в сушильній шафі.
  - Формування клем для електронних/радіопристроїв відбувається автоматично за допомогою формувальної машини.
    - Автоматизація за допомогою формувальної машини
    - Лужені радіоелементи. здійснюється автоматизованими засобами
  - Використовує припій POS-61
  - Автоматизований монтаж спаяних електронних компонентів.
- Монтаж електронних компонентів виконується вручну через велику кількість типів елементів і використання автоматизованих методів монтажу для масового виробництва небажано.
- Автоматизована пайка ERE. Виконується методом пайки хвилею

(припій ПОС-61), що значно знижує трудомісткість складання друкованої плати.

- Правка припою - це виправлення паяних з'єднань, яке виконується вручну.

- Координаційно-технічний менеджмент. Дотримуйтесь інструкцій на пульті дистанційного керування.

відповідно до інструкції

Звичайна збірка виробу не вимагає спеціального обладнання та використовується за допомогою пневматичної викрутки та електричного паяльника.

## 2.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності враховується середнє значення часткових показників і розраховується зведений показник технологічності  $K$ , який включає фактор, що характеризує обчислювальну важливість.

Коефіцієнт використання мікросхеми  $K_{\text{вик.імс}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{6}{6 + 57} = 0,1 \quad (2.1)$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу  $K_{\text{а.м}}$  виробу визначається за формулою:

$$K_{\text{а.м}} = \frac{H_{\text{а.м}}}{H_{\text{м}}} = \frac{106}{113} = 0,94 \quad (2.2)$$

де  $H_{\text{а.м}}$  - загальна кількість монтажних з'єднань, які виконані або можуть бути виконані автоматизованим способом, тобто механізми для виконання монтажних з'єднань наявні;

$H_{\text{м}}$  - Загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу  $K_{M.П.ERE}$  визначається за формулою:

$$K_{M.П.ERE} = \frac{H_{M.П.ERE}}{H_{ERE}} = \frac{57}{57} = 1 \quad (2.3)$$

де:  $H_{M.П.ERE}$  кількість ЕРЕ, підготовка до монтажу проводиться або може проводитися механізованим або автоматизованим способом, тобто для виконання цих операцій є механізми, обладнання або інструменти.

До таких ЕРЕ належать такі, що не вимагають спеціальної підготовки до встановлення.

$H_{ERE}$  – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів  $K_{ПОВТ.ERE}$  визначається за формулою:

$$K_{ПОВТ.ERE} = 1 - \frac{H_{Т.ERE}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{34}{57} = 0,4 \quad (2.4)$$

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів  $K_{ЗАСТ.ERE}$  визначається за формулою:

$$K_{ЗАСТ.ERE} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ERE}}{H_{Т.ERE}} = 1 - \frac{57}{57} = 0 \quad (2.5)$$

де  $H_{Т.ОР.ERE}$  кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробі

$H_{Т.ERE}$  – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів  $K_{ВСТ.Р}$

визначається за формулою:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{5}{57} = 0,91 \quad (2.6)$$

де:  $N_{вст.р}$  кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності формоутворення  $K_{\phi}$  деталей визначається

За формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.7)$$

де  $D_{np}$  – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності  $K$  визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,94*1 + 1*0,75 + 0,4*0,5 + 0*0,310 + 0,91*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,59 \quad (2.8)$$

Рейтинг технологічності виробу визначається співвідношенням розрахункового зведеного показника  $K$  і зведеного нормативного показника  $K_n$ . Цей показник відображає фактичний рівень технологічності в компаніях, які виробляють РЕА.

Цей показник відображає реальний рівень технологічності на підприємствах, що виробляють РЕА.

Для нашого виробу  $K_n = 0,5$ .

Відношення  $K/K_n$  повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.9)$$

Перевіряємо умову:  $\frac{0,59}{0,5} = 1,2 \geq 1$ .

З відношення бачимо що дана умова виконується, отже виріб вважається технологічним.

Таблиця 2.2 Вихідні дані для розрахунку комплексного показника технологічності

№ п/п	Показники технологічності	Позначення	$\varphi_i$
1.	Коефіцієнт виконання мікросхеми	$K_{\text{вик.імс}}$	1
2.	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	$K_{\text{а.м.}}$	1
3.	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ	$K_{\text{м.п.ере}}$	0,750
4.	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	$K_{\text{повт.ере}}$	0,500
5.	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	$K_{\text{заст.ере}}$	0,310
6.	Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ	$K_{\text{вст.р}}$	0,187
7.	Коефіцієнт прогресивності формування	$K_{\text{ф}}$	0,110

Оцінка рівня технологічності виробу визначається в порівнянні розрахованого комплексного показника  $K$  з комплексним нормативним показником  $K_n$  (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 Комплексні показники рівня технологічності виробу

Найменування класу блоків	Стадії розробки робочої документації		
	Дослідний взірець	Установочна серія	Серійне виробництво
Електроні	0,40-0,70	0,45-0,75	0,50-0,80
Радіотехнічні	0,40-0,60	0,75-0,8	0,80-0,85
Електромеханічні	0,30-0,50	0,40-0,55	0,45-0,60

## 2.8 Аналіз технологічності конструкції деталі.

Метою аналізу технологічності є виявлення недоліків конструкції та підвищення технологічності конструкції, що розглядається, на основі даних, що містяться в кресленнях, і технічних вимог.

Технічний аналіз конструкції забезпечує поліпшення техніко-економічних показників технологічного процесу, що розробляється. Таким чином, технічний аналіз є одним із ключових етапів технологічного розвитку, включаючи дипломне проектування..

## 2.9 Вибір методу одержання заготовки.

I. Метод отримання заготовки – лиття у металеві форми під тиском.

Вартість заготовки рахуємо по довіднику (1, стор. 33 - 39)

$$S_{zag.} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000},$$

де:  $C_i = 1600$ грн. – базова вартість 1т. заготовок;

$k_T = 1$  – коефіцієнт точності заготовок;

$k_C = 1$  – коефіцієнт складності заготовок;

$k_B = 1$  – коефіцієнт маси заготовок;

$k_M = 1.22$  – коефіцієнт матеріалу заготовок;

$k_n = 1.2$  – коефіцієнт об'єму виробництва;

$Q = 0,4786$  кг

$q = 0,4707$ кг

$S_{відх.} = 16$  грн.



$$S_{заг.} = \left( \frac{1600}{1000} \cdot 0,4786 \cdot 1,22 \cdot 1,23 \right) - (0,4786 - 0,4707) \cdot \frac{16}{1000} = 1,1489 \text{ грн.}$$

II Метод отримання заготовки – штампування на горизонтально-поковочних машинах

Вартість заготовки рахуємо по довіднику (1, стор. 33 - 39)

$$S_{заг.} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{від.}}{1000},$$

де:  $C_i = 1600$  грн. – базова вартість 1т. заготовок;

$k_T = 1$  – коефіцієнт точності заготовок; 1.1490

$k_C = 1$  – коефіцієнт складності заготовок;

$k_B = 1$  – коефіцієнт маси заготовок;

$k_M = 1,04$  – коефіцієнт матеріалу заготовок;

$k_n = 1,23$  – коефіцієнт об'єму виробництва;

$Q = 0,4762$  кг

$q = 0,4707$  кг

$S_{відх.} = 14,4$  грн

$$S_{заг.} = \left( \frac{1600}{1000} \cdot 0,4762 \cdot 1,22 \cdot 1,23 \right) - (0,4762 - 0,4707) \cdot \frac{16}{1000} = 1,1432 \text{ грн.}$$

Вибираємо варіант отримання заготовки за допомогою лиття у металеві форми під тиском так як в цьому випадку буде менша вартість однієї заготовки.

Обрахуємо економічний ефект для співставлення методів отримання заготовки. Якщо технологічний процес механічної обробки не змінюється можна використати формулу:

$$E_3 = (S_{заг1} - S_{заг2}) * N, \text{ де } N - \text{річна програма, шт.}$$

Річну програму приймаємо 25000 шт

$$C_3 = (1.1489 - 1.1432) * 25000 = 142.5 \text{ грн.}$$

Економічний ефект при виготовленні даної деталі використанні литтям складе 142.5 грн за рік.

## 2.10 Визначення пропусків та міжопераційних розмірів.

Розраховуємо припуски на обробку і проміжні розміри на поверхню

$8^{+(-) 0.05\text{мм}}$ .

Обрахунок ведемо за довідником (1, стор. 62 – 96).

Таблиця 2.4 Розрахунок припусків обробки та міжопераційних розмірів

Технологічні переходи	Елементи припуск. мкм			$2Z_{\min}$ , мкм	$d_p$ , мм	$\delta$ , мкм	Гранич. Розмір.		Гранич. припуски	
	$R_z$	T	$\rho$				$d_{\min}$ , мм	$d_{\max}$ , мм	$2Z_{\min}^{sp.}$ , мкм	$2Z_{\max}^{sp.}$ , мкм
Заготовка	20	40	1197	—	10,718	1500	10,718	12,218	—	—
Чорнове шліфування	10	20	72		8,204	85	8,204	8,289	2514	3725
Чистове шліфування	5	15	—		8	50	8	8.05	204	
Всього	—	—	—	—	—	—	—	—	2514	3964

Значення Rz і T для заготовки отриманої штампуванням беремо із [1].табл.27, а для токарної та шліфувальної операцій із [1].табл.29.

Величину просторового відхилення обраховуємо за формулою:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор.}^2 + \rho_{ц.}^2}$$

$$\rho_{см} = 1\text{мм};$$

$$\rho_{кор.} = \Delta_k D = 0,7 \cdot 8 = 0,084\text{мм};$$

$$\rho_{ц.} = \sqrt{\frac{(\delta_3)^2}{4} + 0,25^2}$$

$$\delta_3 = H_{ед} + I_{ш} + K_y = 0,8 + 0,4 + 1 = 1,208\text{мм}$$

де  $H_{ед}$  – недоштаповка (дов.1 табл.41, ст.85)

$I_{ш}$  - допустимий знос штампа

$K_y$  – коливання усадки заготовки по температурному інтервалу  
 $1\text{мкм/мм} = 1 \cdot 34 = 0,034\text{мм}$

$$\rho_3 = \sqrt{1^2 + 0,084^2 + 1,208^2} = 1,1970\text{мм}$$

$\rho_3$  - сумарне відхилення заготовки

Після попереднього шліфування Величина просторового відхилення

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,06 \cdot 1,1976 = 72\text{мкм}$$

Мінімальні припуски рахуємо за формулою:

$$2Z \min = 2[Rz_{i-1} + Ti_{i-1} + \rho_{i-1}]$$

Під попереднє шліфування:

$$2Z \min = 2[20 + 40 + 1197] = 2 \cdot 1257\text{мкм}$$

Під кінцеве шліфування:

$$2Z \min = 2[10 + 20 + 72] = 2 \cdot 102\text{мкм}$$

Граничний розмір  $d_p$  розраховуємо з кінцевих, тобто  $8^{+0,05}$  мм з розміру 8

$$d_{p1} = 8 + (2 * 102) / 1000 = 8.204 \text{ мм}$$

$$d_{p3a2} = 8,204 + (2 * 1197) / 1000 = 10,718 \text{ мм}$$

Найбільші розміри рахуємо додаючи до найменших допуски по переходах:

$$d_{max2} = 8 + 0.05 = 8,05 \text{ мм}$$

$$d_{max1} = 8,204 + 0.085 = 8,289 \text{ мм}$$

$$d_{max3a2} = 10,718 + 1,5 = 12,218 \text{ мм}$$

Граничні значення допусків:

$$2Z_{max2}^{ep.} = 8.289 - 8.05 = 239 \text{ мкм};$$

$$2Z_{max1}^{ep.} = 12.218 - 8.289 = 3929 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min2}^{ep.} = 8.204 - 8 = 204 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min1}^{ep.} = 10.718 - 8.204 = 2514 \text{ мкм}$$

Загальний припуск:

$$2Z_{0min} = 204 + 2514 = 2718 \text{ мкм}$$

$$d_{min} - d_{min3} = 10,718 - 8 = 2718 \text{ мкм}$$

$$d_{max} - d_{max3} = 12,218 - 8,05 = 4168 \text{ мкм}$$

$$2Z_{0max} = 239 + 3929 = 4168 \text{ мкм}$$

На основі даних розрахунків будемо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні  $8^{+(-)0.025}$  мм (рисунок 2.3.)

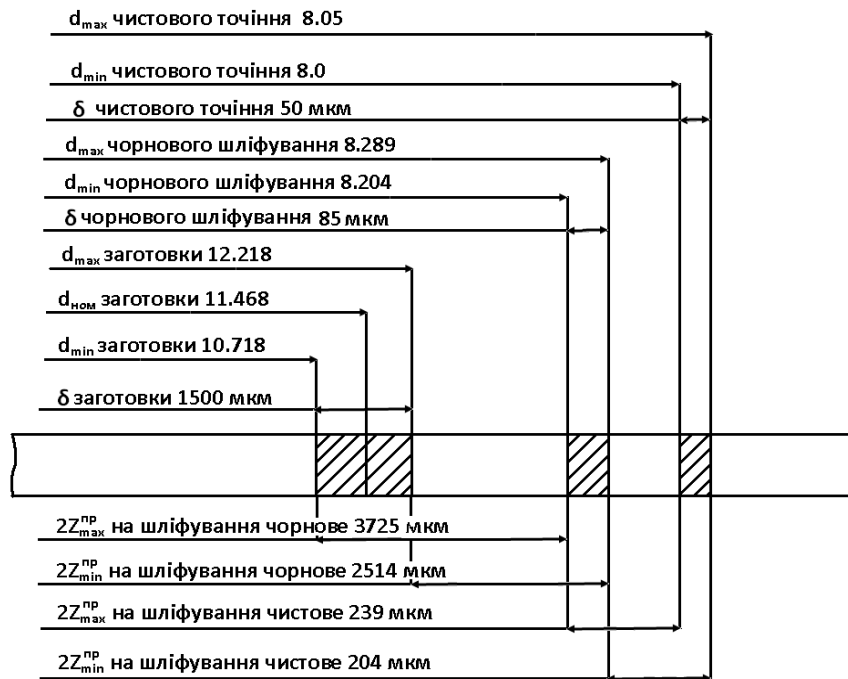


Рисунок 2.15 – Графічне розрахування допусків та припусків

## 2.11 Розрахунок режимів різання.

Розрахунок режимів різання необхідний при детальному заповненні технологічного операційного процесу.

Проведемо розрахунок режимів різання на токарну операцію. Станок токарний багатшпиндельний ТПК-125. Точіння поверхні діаметром  $\varnothing 8$  мм.

1. Токарний розточний різець з кутом  $90^\circ$ .

$H = 16$ ;  $B = 6$ ;  $L = 170$ ;

$$L_{p.x} = L_{рез} + y + L_{доп};$$

де  $L_{p.x}$  - довжина різання, яка рівна довжині обробки, що виміряна в напрямку різання;

$y$  - довжина підводу, врізання і перебігу інструменту;

$y = y_{под} + y_{врез} + y_{п}$ , де  $y_{под} + y_{п} = 6$  мм.;

$L_{доп}$  - додаткова довжина ходу, викликана в ряді випадків особливостями наладки і конфігурації деталі;

$L_{рез}$  - довжина різання  $L_{рез} = 8$  мм.

$$L_{p.x.} = 8 + 6 + 4 = 18 \text{ мм.};$$

2. Призначення подачі супорта на оборот шпинделя  $S_0$  в мм./об.ї визначаємо рекомендовані подачі по нормативам:

-подача  $S_0 = 0,3$  мм/об;

-оброблювальний матеріал сталь 45 (ГОСТ 1050-60);

3. Визначення стійкості інструменту по нормативам  $T_p$  в хвилинах різання.

Термін служби (час різання: хвилини) кожного інструменту використовується для визначення рекомендованої швидкості різання  $V$  для цього інструменту на основі стандарту,

$$T_p = T_m \lambda;$$

де  $T_m$ - стійкість в хвилинах машинної роботи станка дані беруться з таблиці;

$\lambda$  - коефіцієнт часу різання кожного інструменту, рівний відношенню довжини різання  $L_{рез}$  цього інструменту до довжини робочого ходу столу  $L_{p.x.}$ :

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{p.x.}};$$

$$\lambda = 8/18 = 0,44$$

По таблиці визначаємо  $T_m$ :

$$T_m = 140$$

$$T_p = 140 * 0,44 = 61,6$$

4. Розрахунок швидкості різання визначення рекомендованої швидкості різання по нормативам:

$$v = v_{маб} * K_1 * K_2 * K_3 \text{ м/хв.},$$

де  $K_1$  - коефіцієнт, що залежить від оброблювального матеріала,  $K_1 = 1,55$ ;

$K_2$ - від стійкості і марки твердого сплаву,  $K_2 = 1,15$ ;

$K_3$ - від виду обробки,

$$K_3 = 0.85. v_{\text{табл.}} = 48 \text{ м/хв.};$$

$$v = 48 * 1.55 * 1.15 * 0.85 = 72.72 \text{ м/хв.};$$

розрахунок числа обертів шпинделя, що відповідає рекомендованій швидкості різання, і уточнення його по паспорту станка;

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \quad n = \frac{1000 \cdot 72.72}{3.14 \cdot 8} = 28.94 \text{ об/хв.};$$

уточнення швидкості різання по прийнятним обертам шпинделя:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$$

$$v = \frac{3.14 \cdot 8 \cdot 250}{1000} = 6.28 \text{ м/хв.};$$

5. Розрахунок основного машинного часу обробки  $t_m$  в хв на комплект:

$$t_m = \frac{L_{p.x.}}{S_{o.n} * n},$$

де  $L_{p.x.}$  довжина робочого супорта,  $S_0 = 0,3$  мм/об;  $n = 28,94$ ;

$$t_m = \frac{8}{0,3 * 28,94} = 0.92 \text{ хв.};$$

## 2.12 Визначення кількості обладнання.

Призначаємо тип виробництва масове.

Кількість деталей >25000 штук

Вибір обладнання:

Для шліфувальної обробки деталі вибираємо плоско-шліфувальний верстат моделі 3E710B-1.

## Технічна характеристика 3E710B-1

Параметри	3E710B-1
Розміри робочої поверхні стола	250*125
Найбільші розміри оброблюваних заготовок	250*125*200
Маса оброблюваних заготовок, кг.	50
Найбільша відстань від осі шпинделя до дзеркала стола	300
Найбільше переміщення стола і шліфувальної бабки:	
повздожнє	320
поперечне	160
вертикальне	200
Розміри абразивного диска (зовнішній діаметр*висота*внутрішній діаметр) або типи та розміри абразивних сегментів	200*25*32

Для токарної обробки обраний токарний верстат ТПК-125. Верстат призначений для високоточного затискання і центрування дрібних деталей з багатьма проходками і деталей складної форми з різних матеріалів.

На верстаті можна виробляти всі види токарної обробки, нарізування різьб різцем.

Конструкція верстата дозволяє виробляти обробку деталей з мікронною точністю, що робить його практично незамінним особливо при виготовленні малогабаритних деталей.

## Технічна характеристика ТПК-125

Параметри	ТПК-125
Найбільший діаметр установленної заготовки, мм.	125
Рекомендований діаметр обробки, мм.	100
Найбільша довжина оброблюваної поверхні, мм.	180
Найбільше переміщення супорта, мм.	



повздовжнє	190
поперечне	110
Діапазон робочих подач супорта, мм/хв.	
повздовжніх	1-6000
поперечних	1-6000
Габарити станка, мм.	1680*1040*1630
Маса станка, кг.	1850

Для фрезерувальної обробки деталі вибираємо фрезерний верстат моделі 6Н80Г.

#### Технічна характеристика 6Н80Г

Параметри	6Н80Г
Відстань від осі або торця шпинделя до стола, мм.	50-350
Відстань від вертикальних направляючих до середини стола, мм.	180-340
Відстань від осі шпинделя до хобота, мм.	123
Розміри робочого стола, мм.	800*200
Найбільше переміщення, мм.	
повздовжнє, мм.	500
поперечне, мм.	100
вертикальне, мм.	350
Діаметр отвору шпинделя, мм.	17
Кількість швидкостей шпинделя	12
Габарити верстату, мм.	1720*1750

## 2.13 Термічна обробка

Термічна обробка — це процес зміни структури та властивостей виробу з металу або сплаву шляхом нагрівання до певної температури, витримки та подальшого охолодження з певною швидкістю.

Термічний вплив може поєднуватися з хімічним (хіміко-термічна обробка), деформаційним (термомеханічна обробка).

Термічна обробка застосовується для заготовок (прокату, поковок, лиття тощо) для поліпшення технічних властивостей (оброблюваності тиском, різанням тощо), а також для готових виробів (деталей, інструментів) для забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик.

Термічна обробка складається лише з термічної дії, наданої металам і сплавам, і в основному включає загартування типу 1, загартування типу 2, загартування з поліморфним перетворенням, загартування без поліморфного перетворення, відпустку та старіння.

Застосовуються як для сталі, так і для кольорових металів і сплавів.

Кожна з цих термічних обробок підрозділяється на специфічні типи сплаву.

Вуглецева сталь з низьким загартуванням використовується для малонавантажених деталей з малим перерізом і простою геометрією.

Легована сталь використовується для великих деталей у критичних додатках і деталей зі складною геометрією.

Для важких деталей використовують хромонікелеві сталі і більш складні сталеві сплави.

Великі відповідальні деталі та деталі складної форми виготовляють із легованої сталі. Для високонавантажених деталей використовують хромонікелеві та більш складні сталеві сплави.

Термічна обробка сталі 45 наведена в табл.

Таблиця 2.5- Термічна обробка сталі 45

Марка	Критичні Точки, °C		Термічна обробка			
			Закалювання		Відпуск	
	$A_{c1}$	$A_{c2}$	температура, °C	охолоджуюче середовище	температура, °C	Охолоджуюче середовище
45	730	802	830-850	Вода	490-510	Повітря

Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі наведені в таблиці 2.6 та 2.7

Таблиця 2.6 -Хімічний склад сталі 45, % (ГОСТ 1050-60)

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не більше			
0,40-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,045	0,045	0,30	0,30

Таблиця 2.7 - Механічні властивості сталі 45 (ГОСТ 1050-60)

Механічні властивості сталі 45		
Параметр	Позн.	Значення
Межа текучості	$\sigma_{ог}$	395 МПа
Межа міцності при розтягу	$\sigma_{в}$	620 МПа
Відносне подовження після розриву	$\delta_{б}$	17%
Відносне звуження	$\varphi$	45%
Ударна в'язкість	$\psi$	259 <sub>Дж/см</sub>
Твердість по Брінелю	НВ	187-229

Сталь 45 – матеріал, який доцільно використати для нормальних умов роботи деталі в вузлі, оскільки даний матеріал призначений для деталей невисокої міцності та незначних напруг, а саме: осей, циліндрів, колінчатих валів, шатунів, шпинделів, зірочок, тяг, валів, дисків і інших деталей.

Отже, не є доцільною заміна вибраного матеріалу іншим

## **2.14 Розрахунок пристосіблення**

Вихідними даними для побудови плану розміщення обладнання відділення механічного цеху є: спроектовані і затвердженні керівником проекту технологічні процеси механічної обробки деталей і зборки зборочних одиниць; відомість потрібного обладнання на 200-250 одиниць; чорнова і чистова маса деталі на річну програму; маса стружки, що утворюється за 1 год.; габарити використовуваного обладнання.

При розробці плану слід враховувати наступне:

1. довжина шляху вантажопотоків оброблювальних деталей повинна бути як можна менша;
2. слід забезпечити можливість установки, демонтажування і транспортування будь-якого станка з відділення;
3. мати на увазі можливість багатостанкового обслуговування;
4. повинні бути передбачені засоби доставки заготовок у відділення, їх погрузки і вивезки, передачі деталей від станка до станка, підйомні (пристрої для встановлення і зняття деталей із станка), а також засоби транспортування готових деталей на зборку чи склад;
5. необхідно передбачити засоби для прибирання стружки від станка, транспортування її по відділенню і цеху;
6. повинні бути вирішені питання ремонту обладнання, технологічної оснастки і перевірки їх на технологічну точність; забезпечення відділення інструментом і його заточки; забезпечення станків мастильно-

охолоджуючою рідиною; охорони праці і техніки безпеки, естетики, чистоти і порядку в відділенні і ін.

План розміщення обладнання складають на форматі А4 в масштабі 1:100 і 1:50. Довжина технологічних ліній для серійного виробництва машин середніх розмірів складає – 40-60 м, для масового і крупносерійного виробництва – 40-70 м, оптимальна довжина ліній – 50 м.

Ширина прольотів для середнього машинобудування приймається (в поперечному напрямку) – 6 чи 12 м.

Таким чином, можна застосовувати наступні сітки колон: 18\*6, 18\*12, 24\*6, 24\*12.

План розміщення обладнання рекомендується розробляти в наступному порядку.

Спочатку вирізаються карточки габаритів станків в вибраному масштабі, а на міліметровому папері наноситься сітка колон і проїздів. Карточки габаритів станків розміщують на плані і приколюють їх кнопками.

При цьому можуть бути розглянуті і виконані декілька різних варіантів розміщення станків.

Після вибору оптимального варіанту і узгодження його з керівником проекту план розміщення обладнання викреслюється і оформляється на креслярському папері.

При розміщенні станків необхідно дотримуватися нормативів на величину проміжків між ними, а також відстані від стін і колон.

Основним показником використання виробничих площ є розмір питомої виробничої площі, що припадає на одну машину. Її середні розміри складають: для малих станків (габарити до 1800\*800 мм) – 10-12 м<sup>2</sup>, для середніх станків (габарити до 4000\*2000 мм) – 15-25 м<sup>2</sup>, для крупних станків (габарити до 8000\*4000 мм) – 30-45 м<sup>2</sup>.

При розташуванні верстата в лінію шлях руху кожної деталі, що обробляється, повинен бути якомога коротшим, щоб уникнути зворотного потоку, кругового руху та вузлоподібних рухів, які викликають зворотний рух і ускладнюють транспортування заготовки.

В серійному і масовому виробництві станки розміщуються послідовно в порядку технологічних операцій.

Підвід мастильно – охолоджуючої рідини здійснюється по трубах, розміщених вверху по колонах цеху. Очищувальні установки монтується в підвальному приміщенні цеху під кожною автоматизованою лінією.

В останні роки в конструкціях оправок і патронів для точного центрування і затиску круглих деталей успіхом використовуються тарілчасті пружини, що представляють собою ввігнуту шайбу.

На відміну від стандартних тарілчастих пружин, давно застосовуваних в техніці, пружини для затискних пристосувань виготовляються товщиною 0,5-1,25 мм і мають два ряди радіальних несквозних прорізів - зовнішніх і внутрішніх, що чередуються один з одним. Це підвищує еластичність пружин і зменшує осьові зусилля, необхідні для затиску оброблюваної деталі.

Тарілчасті пружини отримують штамповкою з листової сталі марки 60С2А або інших пружинних сталей, рівноцінних по своїм механічним властивостях. В затискних застосуваннях тарілчасті пружини звичайно використовують у вигляді пакетів, що дозволяє при крайньому осьовому переміщенні, рівному переміщенню одної пружини, збільшити робоче навантаження приблизно пропорційно числу пружин в пакеті.

Тарілчасті пружини можуть бути застосовані як в центрових, так і в консольних оправках, причому в останніх можливе використання механізованого приводу. Це відноситься до патронів з тарілчастими пружинами. На кресленні формату А1 зображена оправка з фланцевим кріпленням до шпиндельного станка, що приводиться в рух пневмоприводом.

При включенні пневмосистеми тяга 8 переміщає вліво втулку 6, з якою вона зв'язана гвинтом 5. Втулка має три скоси, що розсувають в радіальному напрямі три плунжера 4. Плунжери тиснуть на кульки 3, а кульки на скошені поверхні двох розпірних кілець 2. Осьове переміщення розпірних кілець стискає пакети тарілчастих пружин 1, які центрують і затискають деталь.

В цій конструкції оправки забезпечені однакові умови деформування обох пакетів пружин.

В спряженнях втулки 6 з втулкою 7 і гвинтом 5 передбачені зазори, завдяки чому втулка 6 може в відомій мірі самовстановлюватись. Це дозволяє знизити вимоги до точності виготовлення деяких деталей оправки і таким чином здешевити її.

Діаметри установочних поверхонь тарілчастих пружин при деформації можуть змінюватись на 0,15-0,4 мм в залежності від їх розмірів. Це дозволяє затискати поверхні, що мають базові поверхні що виконані з точністю від 1 до 4-го класу.

Набір тарілчастих пружин для пристосувань нормалізований. Нормаллю передбачено 38 розмірів пружин. Сама менша з них має зовнішній діаметр 18 мм, внутрішній діаметр 4 мм, товщину 0,5 мм. Шляхом наступної обробки зовнішній діаметр може бути зменшено до 14 мм, а внутрішній - збільшено до 7 мм. Найбільша пружина відповідно має наступні розміри: 200 мм, 160 мм, 1,25 мм. №6 проміжних розмірів пружин вибрані так, що кожна з них по зовнішньому діаметру може бути зменшена до відповідного розміру меншої тарілки, а по зовнішньому - збільшена по розміру до розміру наступної більшої тарілки.

Таким чином набір дозволяє отримати любий зовнішній діаметр від 14 до 200 мм, і любий внутрішній діаметр від 4 до 165 мм.

Пристосування з тарілчастими пружинами мають наступні переваги перед пристосуваннями з цангами:

1) дозволяють затискати деталі з базовими поверхнями від 1 до 4-го класу точності і при якісному виготовленні дозволяють забезпечити центрування з точністю до 0,02-0,03 мм;

2) при масовому виготовленні тарілчастих пружин шляхом штампування і вирубки в них прорізей, вартість цих пристосувань виходить значно меншою вартості цангових пристосувань.

Кінцеве шліфування установочної поверхні пакету пружин

проводиться в зібраних оправках. Перед кінцевим шліфуванням пакетам пружин надається попередній натяг, щоб після шліфування зовнішній діаметр пружини виявився виконаним під щільну і пружну посадку. Ці посадки при затиску забезпечують надійне центрування оброблюємих деталей. Подальшою зтяжкою проводиться їх кінцеве закріплення.

Величина центробіжної сили прямопропорційна квадрату швидкості  $n$  об/хв. обертання шпинделя станка і визначається по формулі:

$$P_{ц} = 0,01 * G * R * \frac{n^2}{g};$$

де  $P_{ц}$  - центробіжна сила в кгс;

$G$  - вага груза, що обертається в кг;  $G = 0.4707$  кг;

$R$  - відстань від центру тяжіння груза до осі шпинделя станка в м;

$R = 120$  мм

$g$  - прискорення при вільному падіння груза в м/с<sup>2</sup>;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$$\text{При } n=500, P_{ц1} = 0,01 * 0.4707 * 120 * 10^{-3} * \frac{500^2}{9,81} = 14 \text{ кгс};$$

$$n=1000, P_{ц2} = 0,01 * 0.4707 * 120 * 10^{-3} * \frac{1000^2}{9,81} = 58 \text{ кгс};$$

$$n=2000, P_{ц3} = 0,01 * 0.4707 * 120 * 10^{-3} * \frac{2000^2}{9,81} = 230 \text{ кгс};$$

Якщо заготовка закріплена в двохкулачковому поводковому патроні з ексцентричними змінними кулачками автоматичної дії, то на заготовку діє



крутний момент  $M_{рез}$ , яка намагається повернути її навколо осі, і осьова складова зусилля різання  $P_x$ , що напрямлена по осі і намагається її зрушити.

Сила затиску визначається з рівності

$$Q_{сум} f R = k M_{рез}.$$

Звідси

$$Q_{сум} = \frac{k M_{рез}}{f R}; \quad Q = \frac{Q_{сум}}{z}.$$

$$Q_{сум} = 1,6 * 6200 / 0,15 * 60 = 1102 \text{ Н}$$

$$Q = 1102 / 2 = 551 \text{ Н},$$

де:  $Q_{сум}$  - сумарна сила затиску всіма кулачками, Н;

$f$  - коефіцієнт тертя між поверхнями деталі і кулачків;  $f = 0,15$ ;

$R$  - радіус заготовки, мм;  $R = 60$  мм;

$k$  - коефіцієнт запасу;  $k = 1,6$

$M_{рез}$  - момент сили різання, Нм;  $M_{рез} = 6200$  Нм;

$Q$  - сила затиску, яку розвиває один кулачок, Н;

$z$  - число кулачків, шт.  $z = 2$ .

При великому значенні  $P_x$  одержана сила перевіряється на поздовжній здвиг по формулі

$$Q_{сум} f \geq k P_x.$$

Тоді:

$$Q_{сум} \geq \frac{k P_x}{f}.$$

Коефіцієнт  $f$  залежить від матеріалу кулачків.

Розрахуємо точності характеристики пристосіблення.

1 похибка базування  $\varepsilon_{\delta} = 0$  мкм.

2 похибка закріплення  $\varepsilon_{\delta} = 0,05$  мм.

3 похибка зносу установочних елементів пристосування для даного випадку складе  $\varepsilon_{ИЗН} = 0,04$  мм.

4 похибка установки пристосування  $\varepsilon_{уст}$  визначається по формулі виходячи з схеми установки:

$$\varepsilon_{уст} = \frac{L_d s}{l} = \frac{8 * 0,05}{120} = 0,00333;$$

де  $L_d$  – довжина оброблювальної деталі,  $L_d = 8 * 10^{-3}$  мм;

$s$  - найбільший зазор,  $s = 0,05$  мм;

$l$  - довжина обходу,  $l = 120$  мм.

5 похибка зміщення ріжучого інструменту  $\varepsilon_{II} = 0$ .

6 економічна точність обробки;  $\omega = 0,1$  мм.

Приймаючи  $k_2 = 0,7$ , знаходимо  $k_2 \omega = 0,7 * 0,1 = 0,07$ .

Отже,

$$\begin{aligned} \varepsilon_{np} &\leq \delta - k \sqrt{(k_1 \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{ИЗН}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_2 \omega)^2} = \\ &= 0,160 - 1,2 \sqrt{0 + 0,05^2 + 0,01381^2 + 0,04^2 + 0 + 0,07^2} = 0,04624; \end{aligned}$$

Щоб визначити точність приладу відносно розмірів, які зберігаються під час роботи, усі компоненти похибок, що впливають на точність цього розміру, повинні бути підсумовані.

### 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 3.1

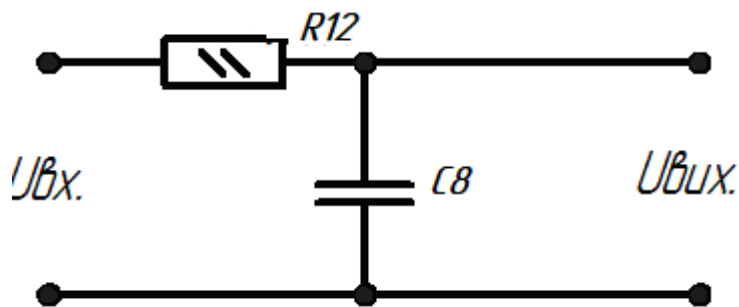


Рисунок 3.1- Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 0,047 \text{ мкФ}$$

$$f_c = 10 \text{ кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (3.1)$$

де: C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (3.2)$$

де:  $f_c$  – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,047 \cdot 10000 \cdot 10} = 9,8 \text{кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 10кОм та потужністю розсіювання 0,125Вт.  
MFP-0,125-10 кОм 10% "Yageo"

$$R_{12} = 10 \text{кОм}$$

Схема електрична принципова транзисторного каскаду зображена на  
рисунку 3.2

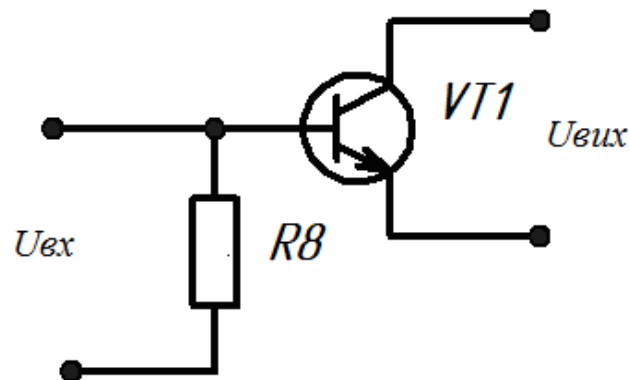


Рисунок 3.2 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж} = 20 \text{В};$$

$$R_{н} = 430 \text{ Ом};$$

$$U_{y} = \pm 12 \text{В};$$

Транзистор 2N2712 виробник фірми "Multicomp".

$$h_{21e} = 50;$$

$$U_{\text{бo}} = 0,6 \text{В};$$

$$R_{\text{нас}} = 0,1 \text{ Ом};$$

$$r_{\text{б}} = 1,5 \text{кОм};$$

$$I_{\text{кo}} = 1 \text{А};$$

$$I_{\text{кoзв}} = 25 \text{мА};$$

$$R_{\text{бe}} = 10 \text{ Ом}.$$

1. Знайдемо параметри вхідного кола транзистора, яке забезпечує ввімкнений стан транзистора:

$$I_{к.нас.} = \frac{U_{жс}}{R_H}, \quad (3.3)$$

де:  $R_H$  – опір навантаження;

$U_{п}$  – напруга живлення;

$$I_{к.нас.} = \frac{20В}{430Ом} = 0,4(А)$$

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_y = \frac{U_y - (U_{б0} + 0,2 \cdot r_{б})}{I_{к.нас.}} \quad (3.4)$$

де:  $U_y$  – напруга управління транзистором;

$I_{к.нас.}$  – струм, який споживає транзистор;

$$R_y = \frac{12 - (0,6 + 0,2 \cdot 1,5)}{0,04А} = 100к(Ом)$$

Знайдемо параметри вхідного кола, яке забезпечує режим закривання:

$$R_y = \frac{U_y}{I_{ко}} \quad (3.5)$$

$$R_y = \frac{12}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 470к(Ом)$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор виробник фірми MFP-0,125-470 кОм 10% - "Yageo" з опором 470 кОм.

### **3.2 Інструкції з проектування друкованих плат. Розрахунок параметрів друкарської збірки.**

Основною складовою частиною проектованого пристрою є друкована плата.

Друкована плата являється двосторонньою і виготовлена з фольгованого склотекстоліту СФ2-35Г-1,5ІКП ГОСТ 2910-74. Він повинен задовільняти таким вимогам:

- механічна міцність при малій товщині;
- вологостійкість;
- високий коефіцієнт діелектричної проникливості, особливо на високих частотах;
- стійкість до дії хімічних речовин;
- добре піддаватися механічній обробці;
- витримувати високі температури;
- хороша теплопровідність;
- хороша адгезія із провідником;
- коефіцієнт лінійного розширення ізоляційної основи повинен бути близьким до коефіцієнту лінійного розширення провідника.

Провідним шаром на склотекстоліті являється мідь. Товщина мідної фольги складає 35 мкм.

Вона володіє такими властивостями:

- мінімальний опір;
- корозостійкість;
- добре взаємодіє з травниками;
- добре паяється;
- коефіцієнт лінійного розширення фольги близький до коефіцієнта лінійного розширення ізоляційної основи;
- хороша адгезія до ізолятора.

Розрахунок друкованого монтажу складається з трьох етапів:

- розрахунок по змінному і постійному струму і конструктивно-технологічний.

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

- Виходячи з технологічних можливостей виробництва я вибираю комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,1A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,1\text{мм} \quad (3.6)$$

де:  $I_{\max}$  - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{\max} = 0,1A$ ;

$I_{\text{доп}}$  – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати,  $j_{\text{доп}} = 48A/\text{мм}^2$ ,  $t$  – товщина провідника,  $35\text{мкм} = 0,035\text{м}$

Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,1A * 0,6\text{м}}{0,5B * 0,035\text{м}} = 0,1\text{мм} \quad (3.7)$$

де:  $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$  – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5\text{м}$  – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,9B$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (3.8)$$

де:  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{н.в.}$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

$r$  – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,10,4мм. Розрахункові значення  $d$  зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем, конденсаторів, резисторів, діодів.

$d_{E2} = 0,9$ - для транзисторів VT1-VT6.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + /_{\pm 0,1} + 0,3 = 1, 1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + /_{\pm 0,1} + 0,3 = 1, 3 \text{ мм}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів 1,1;1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5 h_{\phi} \quad (3.9)$$

де:  $h_{\phi}$  – товщина фольги;

$D_{1\min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки.

$$D_{1\min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (3.10)$$



де:  $b_M$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки.

$$b_M = 0,06 \text{ мм.}$$

де:  $\delta_d$  і  $\delta_p$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм}, \delta_p = 0,4 \text{ мм};$$

$d_{\max}$  - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм.

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,10,15)$$

де:  $\Delta d$  - допуск на отвір.

$$d_{\max 1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{\max 2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 1} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 2} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 2,72 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,020,06)$$

$$D_{\max 1} = 2,8 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1.5h\phi + 0,03$$

(3.11)

де:  $b_{1\min}$  - мінімальна ефективна ширина провідника, мм.

$b_{1\min} = 0,15$  мм для плат 4- го класу точності.

$$b_{\min} = 0,15 + 1.5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[ \left( \frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left( \frac{d_{\max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (3.12)$$

$$S_{1\min 1} = 2,5 - \left[ \left( \frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1\min 2} = 2,5 - \left[ \left( \frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

де:  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (3.13)$$

$$S_{2\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (3.14)$$

$$S_{3\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, діодів, транзисторів.

При розрахунку мінімальної ширини друкованого провідника, в результаті обчислень ширина друкованого провідника дорівнює 0,1 мм

### **3.3 Оцінка теплових режимів роботи виробу.**

Сучасні потужні електронні пристрої використовуються в побутовій техніці та промисловому обладнанні та є універсальними та багатозадачними в умовах помірного та суворого клімату. Удосконалення функцій і продуктивності електронного обладнання в деяких випадках може призвести до збільшення кількості виробленого тепла.

Це вимагає ефективного розсіювання тепла від поверхні друкованої плати до корпусу або радіатора, що призводить до використання теплопровідних матеріалів з вищою теплопровідністю, ніж традиційні рішення.

Оскільки високі температури сильно впливають на електричні властивості електронних пристроїв і модулів, дуже важливо забезпечити ефективне розсіювання тепла від джерела тепла назовні.

Теплопередача кількісно визначається термічним опором, чим нижчий термічний опір, тим більше теплопередача. Компоненти електронних пристроїв (кристали, підкладки, основи, радіатори) зазвичай мають низький термічний опір.

Основною проблемою для забезпечення термічної роботи пристрою є зниження теплового опору перехідного шару.

Враховуючи те, що цей пристрій не споживає великого струму і живиться від джерела живлення з низькою силою струму, цей пристрій не сильно нагрівається, тому немає необхідності використовувати примусове охолодження, тобто радіатори чи вентилятори, і така конструкція пристрою тобто збільшити вагу пристрою, ускладнити конструкцію та збільшити вартість виготовлення пристрою.

Крім того, внутрішнього простору розробленого пристрою цілком достатньо для розсіювання такої невеликої кількості тепла, тому конструкція корпусу пристрою не передбачає вентиляційних отворів.

Результатом є дуже економічний та енергозберігаючий пристрій, який випромінює майже непомітну теплову енергію, без проблем розсіюється в повітрі, і його не потрібно примусово розсіювати.

### 3.4 Розрахунок надійності проектного пристрою.

Надійність - це здатність виробу виконувати свою призначену функцію в заданих умовах експлуатації, зберігаючи значення основних параметрів у заданих діапазонах.

Надійність характеризується кількома розрахованими показниками, найважливішими з яких є частота відмов, середній час між відмовами та ймовірність безвідмовної роботи.

Імовірність безвідмовності показує, яка частина певної кількості продуктів буде працювати безвідмовно протягом певного періоду часу.

Інтенсивність відмов — це кількість відмов, що виникають за одиницю часу на виріб, який продовжує працювати протягом певного періоду часу.

Середній час напрацювання на відмову визначається шляхом тестування великої кількості продуктів. Чим вище значення MTBF, тим надійніший продукт. Спеціальна програма під назвою NAD\_Release використовується для розрахунку надійності розробленого продукту:

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	К-сть * $K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Конденсатори електролітичні	3	0,4	2,4	2,88

2	Конденсатори керамічні	7	0,1	1,4	0,98
3	Резистори постійні	17	0,42	0,8	5,712
4	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
5	Транзистори	6	0,35	4	8,4
6	Перемикач	6	1	0,5	0,5
7	ІМС	2	1	0,03	0,18
8	Пайки	204	1	0,02	4,08
9	Діоди	18	0,35	0,7	4,41
10	Резистор змінний	1	0,1	3,2	0,32
11	П'єзовипромінювач	1	1	0,2	0,2
12	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
13	Гучномовець	1	1	6,5	6,5

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов:  $3.4872e-005$  1/год

Середня наробка до відмови: 28676.3 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи  $P(t)$ :

$t = 10$  год.  $P(t) = 0.999651$

$t = 100$  год.  $P(t) = 0.996519$

$t = 1000$  год.  $P(t) = 0.965729$

$t = 10000$  год.  $P(t) = 0.705591$

$t = 100000$  год.  $P(t) = 0.030586$

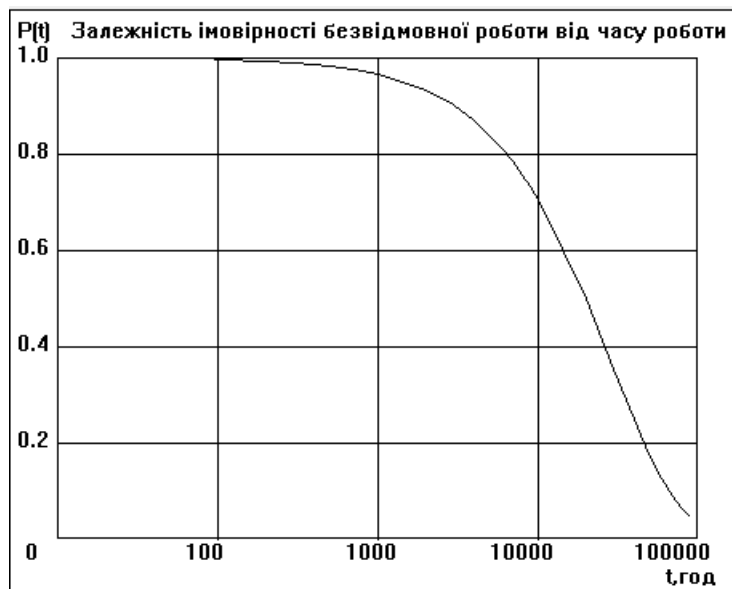


Рисунок 3.3 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 28676 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

### 3.5 Наукове дослідження і математичне моделювання

#### 3.5.1 Дослідження вхідного каскаду пристрою

Крім того, необхідно враховувати такі фізичні характеристики п'єзоелектричних елементів, як низька вихідна потужність, високий внутрішній опір і резонанс проти механічних навантажень.

Це означає, що окрім посилення, при розрахунку каскаду підсилення необхідно звернути увагу на вхідний опір, а при виборі п'єзоелектричного елемента його резонансну частоту необхідно узгодити з частотним спектром передбачуваного механічного входу.

Оцінка частотного спектру механічних сигналів.

Припустимо, що подвійний поворот ключа чинить на замок механічну силу, яка активує п'єзоелектричний елемент.

П'єзоелектричний датчик — це пристрій, який використовує п'єзоелектричний ефект для вимірювання змін тиску, прискорення, температури, деформації або сили шляхом перетворення їх на електричний заряд. Префікс п'єзо- по-грецьки означає «натиск» або «стиск».

П'єзоелектричні датчики є універсальними інструментами для вимірювання різних процесів. Вони використовуються для забезпечення якості, контролю процесів, а також для досліджень і розробок у багатьох галузях промисловості. П'єр Кюрі відкрив п'єзоелектричний ефект у 1880 році, але лише в 1950-х виробники почали використовувати п'єзоелектричний ефект у промислових датчиках. З тих пір цей принцип вимірювання використовується все частіше і став зрілою технологією з відмінною внутрішньою надійністю.

Вони успішно використовуються в різних сферах застосування, наприклад, у медицині, аерокосмічній, ядерній апаратурі, а також як датчик нахилу в побутовій електроніці або датчик тиску в сенсорних панелях мобільних телефонів.

Розвиток п'єзоелектричної технології безпосередньо пов'язаний із набором невід'ємних переваг. Високий модуль пружності багатьох п'єзоелектричних матеріалів можна порівняти з модулем пружності багатьох металів і досягає  $106 \text{ Н/м}^2$ . Незважаючи на те, що п'єзоелектричні датчики є електромеханічними системами, які реагують на стиснення, чутливі елементи демонструють майже нульове відхилення. Це надає п'єзоелектричним датчикам міцність, надзвичайно високу власну частоту та чудову лінійність у широкому діапазоні амплітуд. Крім того, п'єзоелектрична технологія нечутлива до електромагнітних полів і випромінювання, що дозволяє проводити вимірювання в суворих умовах. Деякі використовувані матеріали (особливо фосфат галію або турмалін) є надзвичайно стабільними при високих температурах, що дозволяє датчикам мати робочий діапазон до  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ . Крім п'єзоелектричного ефекту турмалін демонструє піроелектрику; це здатність генерувати електричний сигнал при зміні температури кристала.

Цей ефект також характерний для п'єзокерамічних матеріалів. Гаучі в п'єзоелектричній сенсоріці пропонує таку порівняльну таблицю характеристик матеріалів п'єзосенсора та інших типів:

Його зміна з часом промодельована як показано на рис. 3.4.

Щоб оцінити частотний спектр цього сигналу, використовуйте набір інструментів MATLAB, щоб виконати розкладання в ряд Фур'є (операція  $ft$ ).

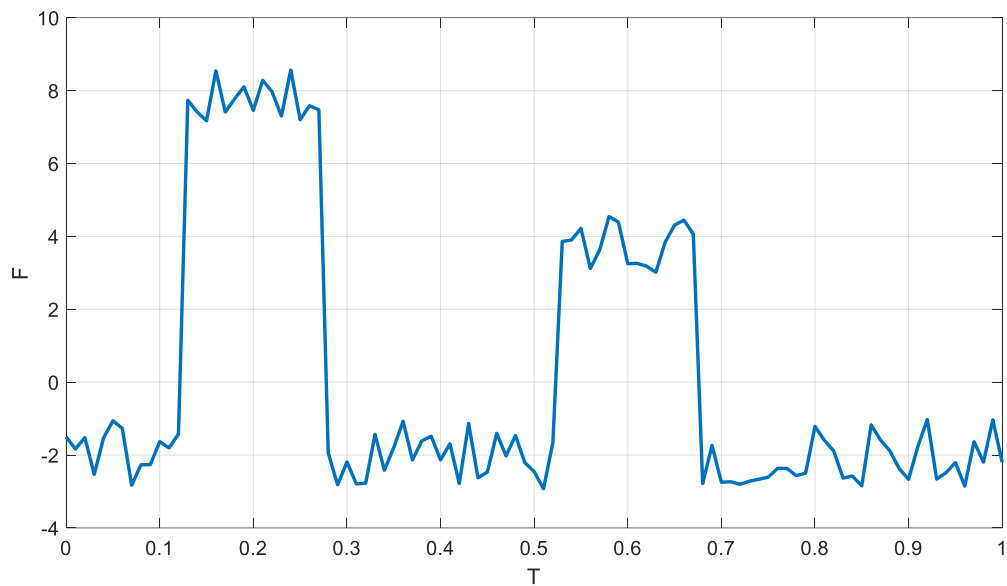


Рисунок 3.4 Зміна механічного зусилля підчас двократного повороту ключа в замку.

У результаті амплітуда і частотний спектр вхідного сигналу показані на рисунку 3.5. Таким чином, ми можемо бачити, що більша частина механічної сили, що надходить до п'єзоелектричного елемента, розташована в певній частині частотного спектру (виділено на рисунку 3.5).

Іншими словами, щоб ефективно використовувати п'єзоелектричний елемент, його пропускну характеристика, особливо його резонансна частота, повинна бути в цій смузі частот..



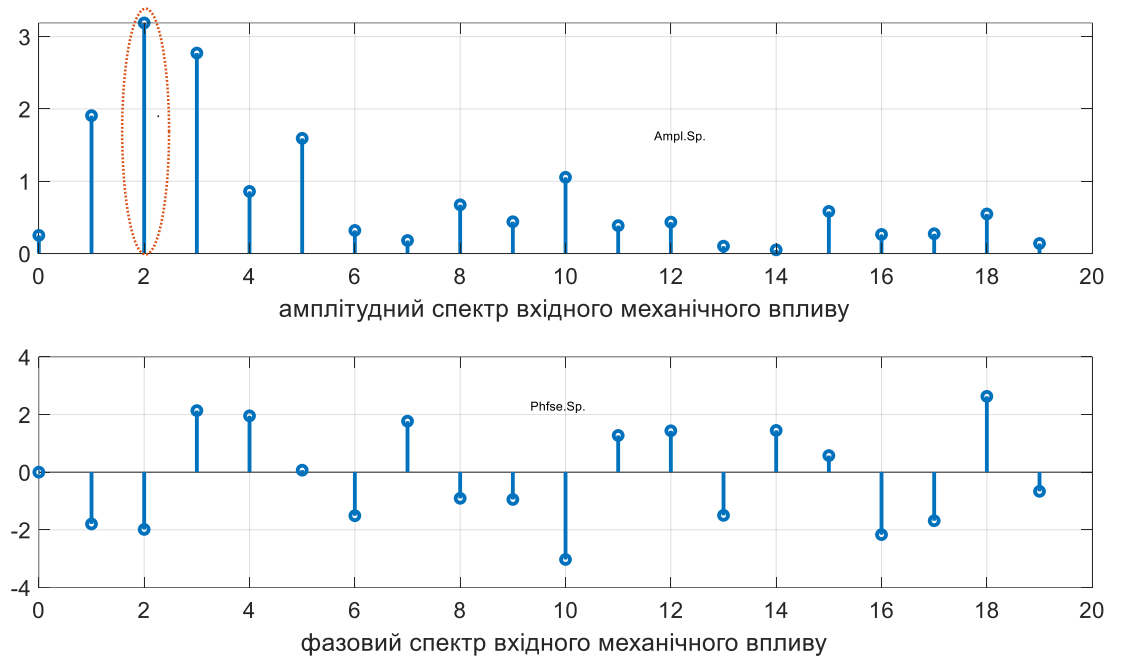


Рисунок 3.5 Амплітудний і фазовий спектри вхідного сигналу

Щодо підсилювального вхідного каскаду, то його параметри підберемо так, щоб крім бажаного коефіцієнта підсилення його амплітудно частотна характеристика також узгоджувалася із спектральними характеристиками робочого елемента.

Дослідження вхідного каскаду виконано в системі проектування PЕС MikroCap-8. На рис. 3.6 приведена схема вхідного підсилювального каскаду для аналізу в системі MikroCap-8, а на рис. 3.7 – результати аналізу даної схеми в режимі по змінному струму. На верхньому графіку рис.3.7 приведено вихідний сигнал для вхідного збурення, показаного на нижньому графіку.

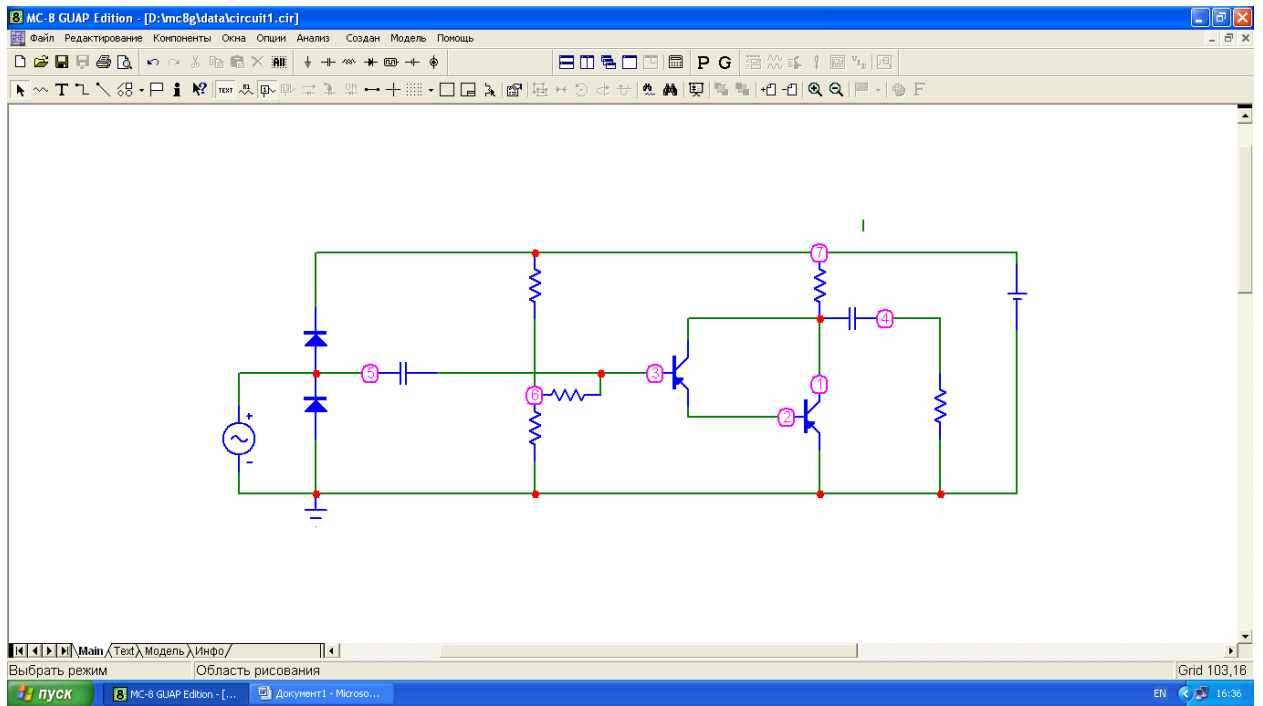


Рисунок. 3.6 Схема вхідного підсилювального каскаду для аналізу в системі MikroCap-8

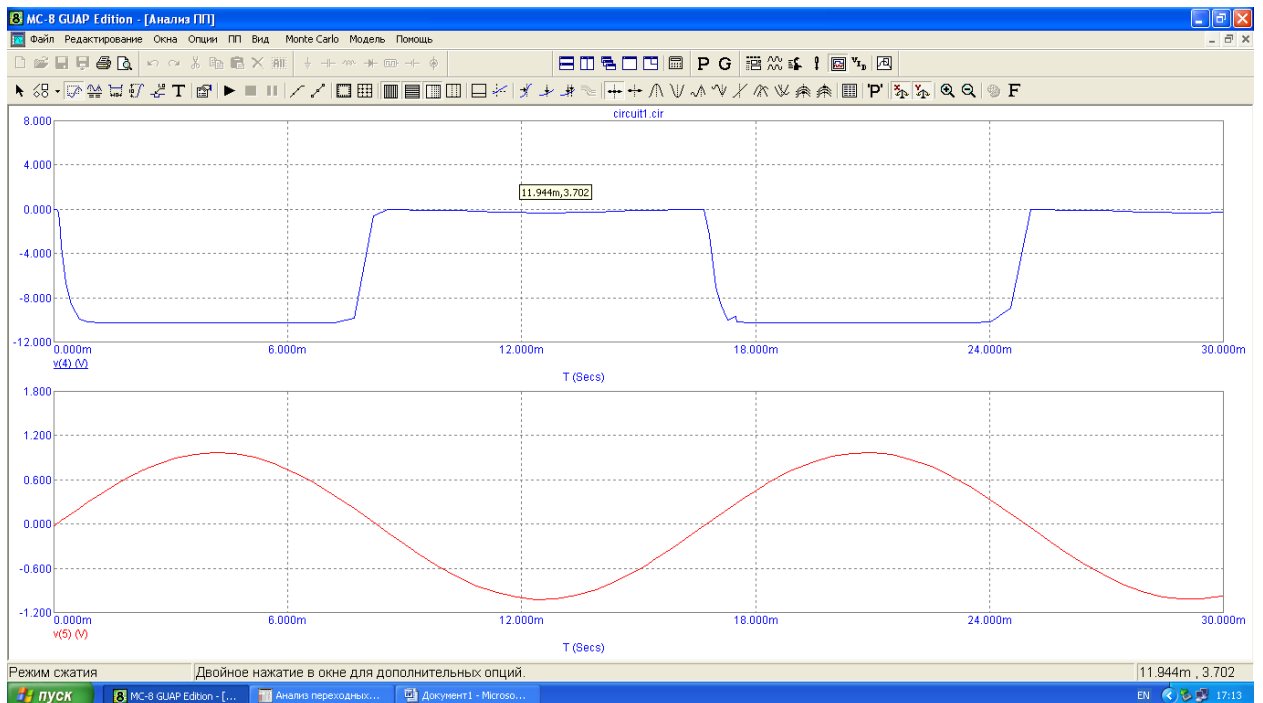


Рисунок. 3.7 Вхідний і вихідний сигнали в режимі аналізу по змінному струму

Нижче приведено програмне забезпечення для дослідження частотного спектру вхідного механічного сигналу в середовищі MATLAB.

```
%період вхідного сигналу
Tk=1;
dt=0.01;
t=0:dt:Tk;
%вхідний сигнал
g=10*rectpuls((t-.2),0.15)+2*rand(1,length(t))+6*rectpuls((t-.6),0.15)-3;
plot(t,g),grid
figure
%кількість гармонік апроксимаційного ряду Фур'є
n=25;
%розклад в ряд Фур'є
df=1/Tk;
FK=1/dt;
F=-FK/2:df:FK/2;
l=length(F)
y=fft(g);
z=fftshift(y);
a=abs(z);
b=angle(z);
a=a*2*dt/Tk;
a(51)=a(51)/2
% спектральні характеристики сигналу
subplot(2,1,1);
stem(F(51:70),a(51:70)),grid
gtext('Ampl.Sp.')
subplot(2,1,2)
stem(F(51:70),b(51:70)),grid
gtext('Phfse.Sp.')
```

## 4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

### 4.1 Техніка безпеки при регулюванні та обслуговуванні охоронного пристрою.

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) і ПОСК-50, що містить 32% свинцю.

У приміщеннях, де проводиться паяння припоєм, що містить свинець, щоб уникнути попадання свинцю в організм не дозволяється зберігати особисті речі, приймати їжу і курити, а також прати робочий одяг в даному будинку. Робоче місце пайки обладнується місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні не більше гранично допустимої - 0,01 мг / м<sup>3</sup>.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки деталей і дроти для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача.

При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів.

Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртові при пайці припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: облудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри робітників зі свинцем і флюсами.

Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки. Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайці. Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки.

Виготовлення друкованих плат:

При виготовленні багатошарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів.

Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних цехах (дільницях), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів.

Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я.

Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу та ін. При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри. Дуже небезпечне попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі.

У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий палладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки.

Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені безпечним прийомам роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами.

Роботу з травниками слід проводити в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні й гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів.

При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником).

При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички.

Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із напругою не більше 42 В. Для пониження мережевої напруги 220 В і 127 В до 42 В слід застосовувати понижуючий трансформатор. Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати.

При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електрика.

При монтажі радіосхем забороняється:

- Перевіряти на дотик наявність напруги і нагрів струмоведучих частин схеми;
- Застосовувати для з'єднання блоків і приладів проводи з пошкодженою ізоляцією;
- Виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою;
- Вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами;
- Підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою;
- Замінювати запобіжники у включеному обладнанні;
- Працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

#### **4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні охоронного пристрою.**

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил. Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС 61) і ПОСК-50, що містить 32% свинцю. У приміщеннях, де проводиться паяння припоєм, що містить свинець, щоб уникнути попадання свинцю в організм не дозволяється зберігати особисті речі, приймати їжу і курити, а також прати робочий одяг в даному будинку. Робоче місце пайки обладнується місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні не більше гранично допустимої - 0,01 мг / м<sup>3</sup>. Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника,

а також пінцети для підтримки деталей і дроти для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача. При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів. Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртові при пайці припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: облудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри робітників зі свинцем і флюсами. Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки. Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайці. Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки. Виготовлення друкованих плат: При виготовленні багат шарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів. Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних цехах (дільницях), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів. Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я. Хімічне очищення плат



проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу та ін.

При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри. Дуже небезпечне попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі. У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий палладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки. Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені безпечним прийомом роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами. Роботу з травниками слід проводити в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні й гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією. Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів. При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником). При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички. Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із напругою не більше 42 В. Для пониження мережевої напруги 220 В і 127 В до 42 В слід застосовувати понижуючий трансформатор. Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати. При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електромонтера.

При монтажі радіосхем забороняється: - Перевіряти на дотик наявність напруги і нагрів струмоведучих частин схеми; - Застосовувати для з'єднання

блоків і приладів проводи з пошкодженою ізоляцією; - Виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою; - Вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами; - Підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою; - Замінювати запобіжники у включеному обладнанні; - Працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

#### 4.3 Засоби гасіння пожеж

Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі, що виникла, називається пожежогасінням. Основою пожежогасіння є примусове припинення процесу горіння. На практиці використовують декілька способів припинення горіння. Спосіб охолодження ґрунтується на тому, що горіння речовини можливе тільки тоді, коли температура її верхнього шару вища за температуру його запалювання. Якщо з поверхні горючої речовини відвести тепло, тобто охолодити її нижче температури запалювання, горіння припиняється. Спосіб розведення базується на здатності речовини горіти при вмісті кисню у атмосфері більше 14-16% за об'ємом. Зі зменшенням кисню в повітрі нижче вказаної величини полум'яне горіння припиняється, а потім припиняється і тління внаслідок зменшення швидкості окислення.

Зменшення концентрації кисню досягається введенням у повітря інертних газів та пари іззовні або розведенням кисню продуктами горіння (у ізольованих приміщеннях). Спосіб ізоляції ґрунтується на припиненні надходження кисню повітря до речовини, що горить. Для цього застосовують різні ізолюючі вогнегасні речовини (хімічна піна, порошок та інше). Спосіб хімічного гальмування реакцій горіння полягає у введенні в зону горіння галоїдно-похідних речовин (бромисті метил та етил, фреон та інше), які ігри потраплянні у полум'я розпадаються і з'єднуються з активними центрами, припиняючи екзотермічну реакцію, тобто виділення тепла. У результаті цього процес горіння припиняється. Спосіб механічного гасіння полум'я сильним струменем води, порошку чи газу. Спосіб вогнеперешкоди заснований на створенні умов, за яких полум'я не поширюється через вузькі канали, переріз яких менше критичного. Реалізація способів припинення горіння досягається

використанням вогнегасних речовин та технічних засобів. До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створювати умови для припинення горіння. Серед них найпоширенішими є вода, водяна пара, піна, газові вогнегасні склади, порошки, пісок, пожежостійкі тканини тощо. Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів. Наприклад, для охолодження використовують воду, водні розчини, снігоподібну вуглекислоту; для розведення горючого середовища - діоксид вуглецю, інертні гази, водяну пару; для ізоляції вогнища - піну, пісок; хімічне гальмування горіння здійснюється за допомогою брометилу, хладону, спеціальних порошків. Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі, властивостей і агрегатного стану речовин, що горять, параметрів пожежі (площі, інтенсивності, температури горіння тощо), виду пожежі (у закритому або відкритому повітрі), вогнегасної здатності щодо гасіння конкретних речовин та матеріалів, ефективності способу гасіння пожежі. Оскільки вода є основною вогнегасною речовиною, необхідно приділити особливу увагу створенню та працездатності надійних систем водопостачання. Відповідно до протипожежних норм, кожне промислове підприємство обладнують пожежним водопроводом. Він може бути об'єднаним з господарсько-питним або водопроводом, який використовують у виробничому процесі. Воду також можна подавати до місця пожежі з водоймищ річок або підвозити в автоцистернах. Основними елементами устаткування водяного пожежогасіння на об'єктах є пожежні гідранти, пожежні крани, пожежні рукави, насоси та ін. Пожежні гідранти використовують для відбору води із зовнішнього водопроводу. Біля місця їх розташування повинні бути встановлені покажчики з нанесеними на них: літерним індексом "ПГ", цифровими значеннями відстані в метрах від покажчика до гідранта, внутрішнього діаметра трубопроводу в міліметрах, зазначенням виду водопровідної мережі (тупикова чи кільцева). Пожежний кран являє собою комплект пристроїв, який складається із клапана (вентиля), встановленого на пожежному трубопроводі і обладнаного пожежною з'єднувальною головою, та

пожежного рукава з ручним стволом. Пожежні крани повинні розміщуватись у вбудованих або навісних шафах, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання. Пожежні рукави необхідно утримувати сухими, складеними в "гармошку" або скатку, приєднаними до кранів та стволів. Не рідше одного разу на 6 місяців їх треба розгортати та згортати заново. На дверцятах пожежних шафок повинні бути вказані після літерного індексу "ПШ" порядковий номер крана та номер телефону для виклику пожежної охорони. Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів, застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо). Їх застосовують для ліквідації невеликих загорянь до приведення в дію стаціонарних та пересувних засобів гасіння пожежі або до прибуття пожежної команди. Кожне приміщення, відділення, цех, транспортні засоби повинні бути забезпечені такими засобами у відповідності з нормами. Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники. Пінні вогнегасники застосовують для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів, за виключенням речовин, які здатні горіти та вибухати при взаємодії з піною. Також ними не можна гасити електрообладнання, що знаходиться під напругою. За способом утворення піни пінні вогнегасники поділяються на хімічні та повітряно-механічні. Заряд хімічно-пінного вогнегасника ВХП-10 складається з кислотної та лужної частин. При приведенні вогнегасника в дію кислотна та лужна складові змішуються, і відбувається хімічна реакція з інтенсивним виділенням вуглекислого газу. Частина цього газу іде на утворення піни з розчину, який містить піноутворювач. Інша частина створює тиск (до 1 М Па), необхідний для викиду піни. Час дії вогнегасника - 60 с, довжина струменя - 6-8 м, кратність піни - 8-10. У повітряно-пінних вогнегасниках піна утворюється завдяки механічному перемішуванню розчину

піноутворювача стиснутим повітрям, яке міститься у спеціальному балончику. Вони випускаються двох типів: ВІ 11-5 та ВПП-10. Кратність піни цих вогнегасників - 55, дальність викиду піни - 4,5 м. Вуглекислотні вогнегасники випускають трьох типів: ВВ-2, ВВ-5 та ВВ-8 (цифри показують місткість балону у літрах). їх застосовують для гасіння рідких та твердих речовин (крім тих, що можуть горіти без доступу повітря), а також електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В. Вуглекислота у вогнегаснику знаходиться у рідкому стані під тиском 6- 7 МПа. При відкритті вентиля балона вогнегасника за рахунок швидкого адіабатичного розширення вуглекислий газ миттєво перетворюється у снігоподібну масу, у вигляді якої він і викидається з конусного дифузора вогнегасника. Час дії вогнегасників цього типу 25-40 с, довжина струменя 1,5-3 м. Вуглекислотно-брометилові вогнегасники ВВБ-3 та ВВБ-7 за зовнішнім виглядом та будовою мало відрізняються від вуглекислотних, їх заряджають сумішшю, що складається із 97% бромистого етилу та 3% вуглекислого газу. Завдяки високій змочувальній здатності бромистого етилу продуктивність цих вогнегасників у 4 рази вища продуктивності вуглекислотних. Порошкові вогнегасники призначені для гасіння твердих, рідких та газоподібних горючих речовин та електроустановок під напругою до 1000 В. Вид матеріалів та речовин, горіння яких можна гасити, залежить від типу порошку. Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників проводиться на підставі рекомендацій, наведених в таблицях (див. ОНТІ 24- 86) в залежності від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі у приміщенні чи об'єкта, що потребує захисту.

Громадські будівлі та споруди промислових підприємств повинні мати на кожному поверсі не менше двох ручних вогнегасників. При захисті приміщень, у яких знаходяться електронно-обчислювальні машини, копіювальна та інша оргтехніка, а також телефонних станцій, архівів тощо, необхідно враховувати специфіку вогнегасних речовин у вогнегасниках, що можуть призвести під час гасіння пожежі до псування обладнання. Такі приміщення рекомендується забезпечувати вуглекислотними вогнегасниками з урахуванням

граничнодопустимої концентрації вогнегасної речовини. Максимально допустима відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника має бути: 20 м - для громадських будівель та споруд, 30 м - для приміщень категорії А, Б, В (горючі гази та рідини); 40 м - для приміщень категорії В і Г; 70 м - для приміщень категорії Д. Приміщення, обладнані стаціонарними установками автоматичного пожежогасіння, комплектуються вогнегасниками на 50% їх розрахункової кількості. Для гасіння великих загорянь у приміщеннях категорій А, Б, В застосовують стаціонарні установки водяного, газового, хімічного та повітряно-пінного гасіння.

## ВИСНОВКИ

Потреба в ефективній та надійній системі виявлення вторгнень із системою сигналізації стала життєво необхідною через часті та нестримні випадки крадіжок зі зломом. Напади на будинки, офіси, заводи, банки тощо зростають. З розвитком технологій рух можна виявити, вимірявши зміну швидкості або вектора об'єкта в полі зору. Цього можна досягти або за допомогою механічних пристроїв, які фізично взаємодіють з полем, або за допомогою електронного пристрою, який кількісно визначає та вимірює зміни в даному середовищі. Детектор руху використовується не лише як охоронна сигналізація, але й у багатьох додатках, таких як система домашньої автоматизації, система енергоефективності тощо. Цей проект створено з використанням вбудованої системи мікроконтролера, здатної виявляти рух зловмисника в забороненій зоні, а потім запускати систему сигналізації, система детектора руху, проте пасивний інфрачервоний датчик виявляв рух людини за допомогою тепла тіла людини. Пасивний інфрачервоний (PIR) датчик, який є детектором руху, який використовується в цьому проекті, приєднаний до мікроконтролера, який активує систему сигналізації та будь-який інший приєднаний вихідний пристрій для сповіщення власника будинку. Початкове тестування дизайну показало, що він працював, як очікувалося.

Він повинен враховувати дії людей, які намагаються вторгнутися або спричинити руйнування. Безпека - це ступінь захисту від небезпеки, втрати та злочинців. Протягом всієї історії люди прагнули захистити своє життя, власність і професію. Напружений спосіб життя людей призводить до необхідності дистанційного керування пристроями вдома та збільшення необхідності ведення спостереження за домом. Тепер, коли все доступно для нас, ми можемо створити щось, що забезпечить нам повну безпеку. Основне це почалося з простою системою сигналізації, яка включає сповіщення про підозрілу діяльність за дуже низьку вартість. Потреба в системі безпеки швидко зростає, не спеціалізуючись на зонах високого ризику, таких як банки, компанії,

державні установи), щоб бути доступними та затребуваними швидко середня публіка. Деякі загальні характеристики системи сигналізації та безпеки з виявленням руху, такі як цілодобовий моніторинг, складність злочину, можливість керування дверима і датчик руху.

Розроблений технологічний процес виготовлення та обробки деталі “Гайка”. Були запропоновані два варіанти виготовлення заготовок та вибраний із них оптимальний, згідно із аналізом технологічності. Також приведена приблизна вартість готової деталі.

Були вказані недоліки конструкції деталі, що відповідають за її технологічність. В проекті вибрано контрольно-вимірювальні інструменти та технологічне обладнання для кожної операції, потрібної для обробки заготовки з метою одержання деталі. Також було спроектовано прилад активного контролю розмірів та приспособлення для точіння трьохкулачковий поводковий патрон з плаваючим центром і ексцентриковими кулачками автоматичної дії.

Ми перетворили механічні збурення в електричні сигнали за допомогою п'єзоелектричних елементів і проаналізували сингулярність при використанні в сигнальних пристроях.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки по виконанню дипломного проекту для студентів спеціальності: 172 «Телекомунікації та радіотехніка» - ТК ТНТУ, 2021р.
2. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТНТУ, 2021р.
3. Ломакин Л. Электроника за рулем (аннотированный указатель). - Радио, 1996, # 9, с. 55, 56.
4. Ганженко Д., Кабаков Е., Коршун И. РС и его применение. - Радио, 1995, # 10, с. 47-49.
5. Бирюков С. Подавление импульсов "дребезга" контактов. - Радио, 1996, # 8, с. 47, 51.
6. Маслов А. Модернизация квазианалогового тахометра. - Радио, 1993, # 9, с. 36, 37.
7. Чуднов В. Линейная шкала в тахометре. - Радио, 1993, # 3, с. 13.