

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 потужного стабілізатора ефективного значення напруги

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи РВс

спеціальності (напряму підготовки) 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Попович М. 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

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

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 Поповичу Михайлу Святославичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка потужного стабілізатора ефективного значення напруги

Керівник роботи к.т.н.доц. Дубиняк Тарас Степанович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «___» _____ 2023 року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технологічне креслення. Технологічна документація

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)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			
Спеціальна частина			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка		
1	Загальнотехнічна частина		
2	Конструкторсько-технологічна частина		
3	Спеціальна частина		
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці		
5	Висновки		
	Графічний матеріал		

Студент

(підпис)

Попович М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Дубиняк Тарас Степанович

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП

АНОТАЦІЯ

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

2.2 Обґрунтування вибору конструкції

2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.4 Оцінка теплових режимів роботи виробу

2.5 Технологічний розділ

2.5.1 Службове призначення деталі та опис конструкції деталі

2.5.2 Характеристика деталі та аналіз технічних вимог на її виготовлення

2.5.3 Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі

2.5.4 Аналіз технологічності деталі

2.5.5 Вибір методу отримання заготовки та його техніко-економічне обґрунтування

2.5.6 Вибір варіанту механічної обробки деталі та його техніко-економічне обґрунтування

2.5.7 Розробка операційного технологічного процесу виготовлення деталі

2.5.8 Розрахунок припусків на обробку та міжопераційних розмірів

2.5.9 Вибір ріжучого та контрольно-вимірювального інструменту

2.5.10 Розрахунок режимів різання

2.5.11 Вибір обладнання

2.5.12 Технічне нормування розробленого технологічного процесу

2.5.13 Побудова графіків завантаження обладнання

2.5.14 Розрахунок приспособлення, розрахунок сил затиску, розрахунок приспособлення на точність

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

3.2 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

3.3 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

3.4 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

3.5 Якісна оцінка технологічності конструкції

3.6 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

3.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

3.8 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.

3.9 Розрахунок надійності проектного пристрою

3.10 Дослідження залежності вібростійкості плати від її габаритних розмірів

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Навчання питань з охорони праці

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні потужного стабілізатора ефективного значення напруги

4.3 Особливості горіння твердих горючих матеріалів

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

АНОТАЦІЯ

Темою кваліфікаційної роботи є розробка потужного стабілізатора ефективного значення напруги. Згідно завдання нам потрібно розробити конструкцію потужного стабілізатора ефективного значення мережної напруги розрахувати його основні технічні параметри, провести якісну та кількісну оцінку технологічності, визначити умови експлуатації.

У спеціальній частині дипломного проекту розкрито призначення, область застосування та технічні вимоги до проєктованого радіопристрою, здійснено вибір елементної бази, описано принцип роботи по електричній принциповій схемі, та виконано її аналіз, виконано розрахунок електричних параметрів окремих каскадів та обґрунтування виробу і опис конструкції, розраховано надійність пристрою, здійснено аналіз технологічності конструкції виробу і розроблено маршрутно-операційної технології складання і монтажу друкованого вузла.

У розділі охорона праці розкрито навчання питань з охорони праці, вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні виробу, особливості горіння твердих горючих матеріалів.

ВСТУП

Технічний прогрес у всіх областях передбачає найширше використання радіоелектронної техніки, яка перш за все повинна надійно виконувати покладені на неї функції. Тому завдання підвищення надійності радіоелектронної апаратури є в даний час однією з головних проблем сучасної радіоелектроніки. Ненадійність не тільки різко знижує ефективність використання радіоелектронної техніки, а й призводить до величезних економічних втрат, до невиправданого підвищення вартості експлуатації і гальмує подальше використання коштів радіоелектроніки. Тому майбутнє радіоелектронної апаратури в значній мірі залежить від її надійності.

При проектуванні РЕА виконується розробка описів нового або модернізованого технічного об'єкта в обсязі і складі достатньому для реалізації цього об'єкта в заданих умовах. Такі описи називаються остаточними і являють собою повний комплект документації на проєктований виріб.

Процес проектування ділять на етапи, склад і зміст яких значною мірою визначаються природою, типом, характеристиками об'єкта проектування. Виділяють наступні етапи проектування:

1) Етап попереднього проектування або етап науково-дослідних робіт (НДР). Будь-яке проєктований виріб має, або відрізнятися від аналогів будь-якими характеристиками, або аналогів не мати. У будь-якому випадку аналіз виконуваності вимог замовника вимагає проведення робіт науково-дослідних або розрахункового характеру. Результатом етапу НДР є технічне завдання (ТЗ) на проектування.

2) Етап ескізного проектування, або етап дослідно-конструкторських робіт (ДКР).

3) Етап технічного проектування, який складається у випуску повного комплексу документації на розроблене виріб.

Конструкторсько-технологічне проектування є найважливішою складовою частиною створення радіоелектронних пристроїв (РЕУ). Від успішного виконання цього етапу багато в чому залежать якісні показники РЕУ.

При розробці конструкцій і технологій РЕУ радіоінженеру конструктору-технологу доводиться вдаватися до допомоги математичних методів при виборі рішень і оцінці їх якості. При цьому широко використовуються аналітичні методи аналізу. У багатьох випадках оцінити якісні показники чисто аналітичними прийомами досить важко, або взагалі неможливо. У цих випадках вдаються до експериментальних методів.

Тому, для радіоінженера конструктора-технолога важливі як аналітичні, так і експериментальні математичні методи, використовувані при виборі конструкторсько-технологічних рішень і оцінці їх якості.

Поліпшення якості РЕУ є процес безперервного підвищення технічного рівня продукції, якості її виготовлення, а також вдосконалення елементів виробництва і системи якості в цілому.

Одним з важливих показників якості РЕУ є надійність. Цей показник розглядається в рамках теорії надійності, яка встановлює закономірності відмов виробів, обумовлює їх появу, визначає методи розрахунку надійності, способи її підвищення.

Даний фазовий тиристорний регулятор, що відрізняється від інших подібних тим, що при зміні вхідної напруги в широких межах встановлене ефективне (середньоквадратичне) значення вихідної напруги залишається практично незмінним.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Допустима вологість, %.....93;
2. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
3. Вхідна синусоїдальна напруга, В.....165 ... 240;
4. Частота вхідного напруги, Гц50;
5. Відхилення ефективного значення вихідної напруги від

встановленого при зміні вхідної напруги в зазначених межах:

- при вихідній напрузі100 ... 230 В,% ± 4;
при вихідній напрузі200 В,% -2;
6. Максимальний струм навантаження, А5.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Схема складається з таких блоків, як живлення ~220В, автотрансформатор, перетворювача напруги, вузла плавного запуску, генератора імпульсів, стабілізатора напруги та підключення навантаження.

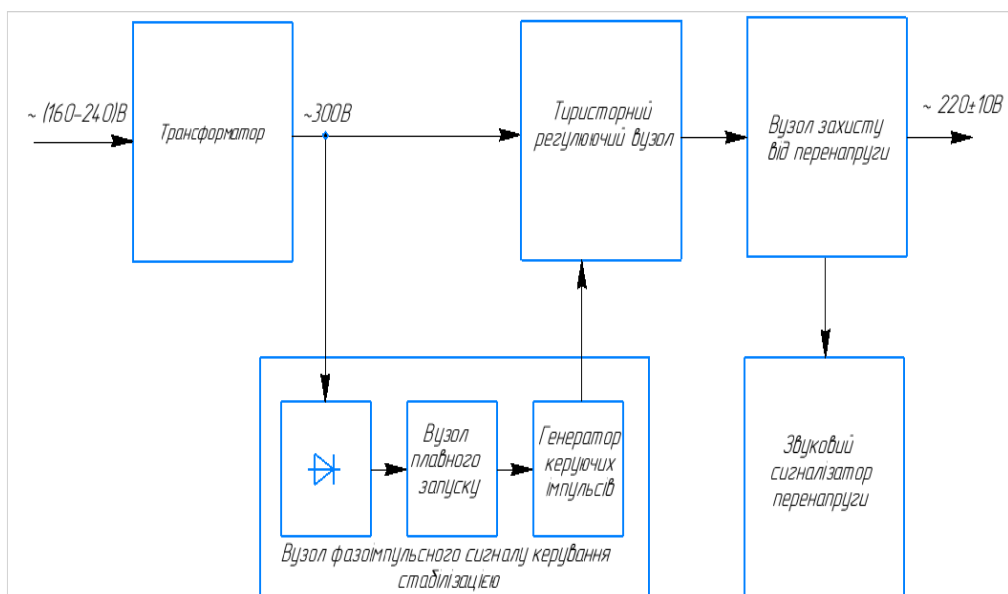


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

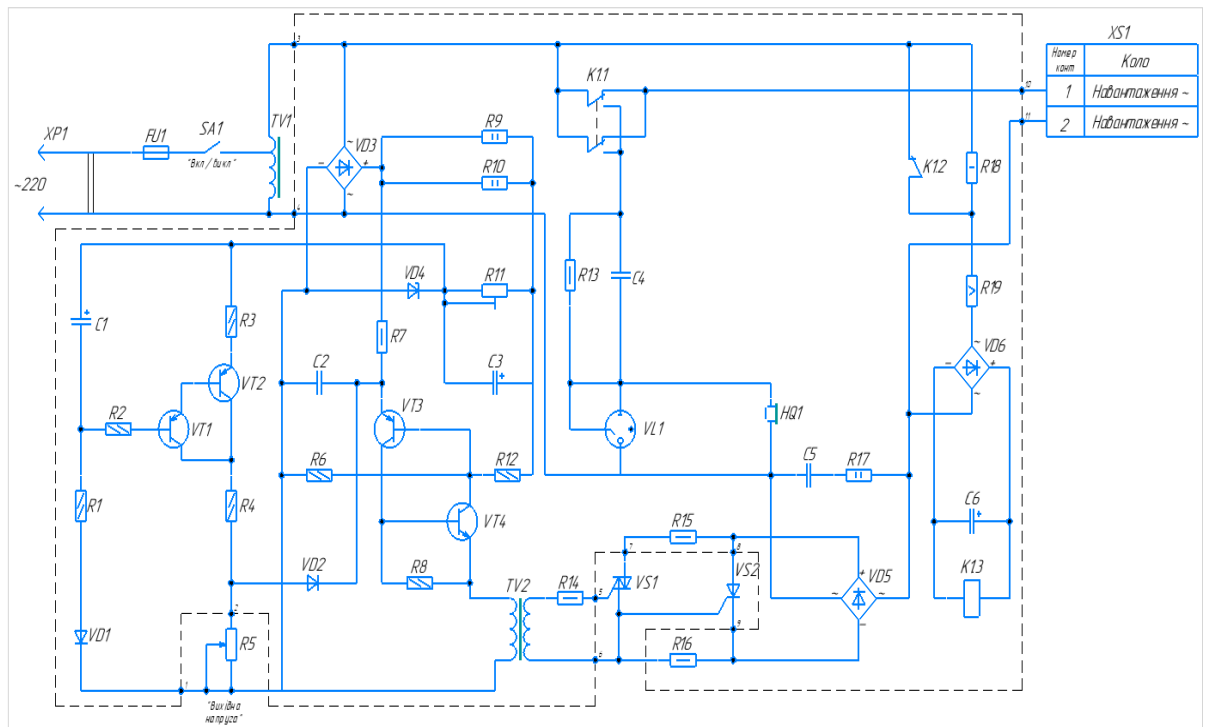


Рисунок 1.2 - Схема електрична принципова

При зменшенні напруги зменшується напруга на конденсаторі C3, яка в сумі з напругою, стабілізованою стабілітроном VD4, через R12 надходить в керуючий ланцюг генератора імпульсів на еквіваленті одноперехідного транзистора, зібраного з транзисторів VT3 і VT4.

При цьому зарядка конденсатора C2 відбувається швидше, і імпульс, який відкриває симистор VS1, що працює в режимі тиристора, і тиристор VS2, в кожному півперіоді генерується раніше, що призводить до збільшення ефективної напруги на виході до попереднього значення.

При збільшенні напруги на вході все відбувається в зворотному порядку.

Важливу роль відіграє вузол плавного пуску. Без нього в перший момент після замикання вимикача SA1 споживачеві було б подано повну вторинну напругу автотрансформатора TV1 амплітудою більше 400 В. При включенні починає заряджатися конденсатор C1, поступово повністю відкриваючи складений транзистор VT1VT2.

Змінним резистором R5 встановлюють вихідну напругу, а підлаштування резистора R11 добиваються її найкращої стабілізації. Ланцюг R17C5 необхідний тільки при роботі на індуктивне навантаження.

Під час роботи стабілізатор повинен бути захищений від напруги в живильній його мережі більше 250 В.

В стабілізаторі передбачено і вузол захисту від перевищення допустимої напруги на виході стабілізатора, яке може статися, наприклад, при пробі симистора VS1 або тиристора VS2. У такому випадку цей вузол повинен відключити споживачів і включити звукову сигналізацію.

При перевищенні вихідною напругою заданого порогу (його встановлюють підбіркою опору резистора R19 тоді спрацьовує реле K1.

Запаралелиними паралельно контактними групами K1.1 і K1.2 реле відключає від виходу стабілізатора споживачів і підключає до нього звуковий генератор на тиратроні з холодним катодом VL1. Контакти K1.3 при спрацьовуванні реле включають в ланцюг живлення його котушки резистор R18, зменшуючи цим струм через неї до значення, достатнього для утримання реле в спрацьованому стані.

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

Компонування РЕА – це частина процесу конструювання під час якого визначається форма, габаритні розміри всього апарату, а також взаємне розміщення окремих вузлів, деталей і блоків. Від якості компонування в значній мірі залежать технічні, технологічні і експлуатаційні характеристики виробу, а також його надійність, зовнішній вигляд.

Якщо елемент має електропровідний корпус і під корпусом проходить провідник, то передбачимо ізоляцію корпусу або провідника. Ізоляцію можна здійснювати надяганням на корпус елемента трубок з ізоляційного матеріалу, нанесенням тонкого шару епоксидної смоли на плату в зоні розташування корпусу, наклеюванням на плату тонких ізоляційних прокладок.

Від правильного розташування корпусів мікросхем на друкованій платі залежать такі параметри РЕА як габарити, маса, надійність, завадостійкість.

Вимоги до габаритних розмірів плат визначимо технологією їх виготовлення.

Розміри плати виконаємо економічно доцільними (істотне обмеження на типорозміри з метою стандартизації інструментів і пристосувань). Відхилення від прямокутної форми і створення пазів у зовнішньому контурі призводить до підвищених виробничих витрат і неповного використання вихідних матеріалів.

Розміри плати повинні відповідати ГОСТ 10317-72, в якому рекомендовано типи плат із співвідношенням сторін від 1 до 1 до 2 до 1. Максимальна ширина не повинна перевищувати 500мм. Рекомендована товщина в мм: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3.

Якщо електрорадіоелементи мають штирові виводи, то їх встановлюють в отвори друкованої плати і загинають виводи під кутом 60° і обрізають в межах контактних площадок і запаюють методом пайки

«хвилею припою». При цьому забезпечимо більшу щільність монтажу, так як на одній і тій же платі розташуємо більшу кількість елементів.

Від правильного розташування корпусів мікросхем на друкованій платі залежать такі параметри РЕА як габарити, маса, надійність, завадостійкість.

Електрорадіоелементи мають штиреві виводи, отже, їх встановлюємо в отвори друкованої плати, загинаємо виводи під кутом $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$, обрізаємо в межах контактних площадок і запаюємо методом пайки «хвилею припою».

ІМС з виводами розташовуємо з одного боку друкованого вузла, тому що монтаж штирковими виводами проводиться в наскрізні отвори, причому кінці виводів виступають на зворотну сторону плати. Корпус ІМС міцно утримується на платі запаяними виводами і витримує практично будь-які механічні дії.

При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

- 1) Добитися мінімальної довжини доріжок (друкованих провідників).
- 2) Розміщувати елементи так, щоб максимально зменшити негативний вплив елементів один на другий: не розміщувати елементи, які виділяють велику кількість тепла поряд з ІМС або напівпровідниковими елементами; джерела електромагнітного випромінювання не розміщувати поряд з ІМС.
- 3) Розміщуючи елементи на платі повинна бути передбачена нормальна конвекція повітря, особливо в зоні розміщення елементів, які нагріваються.
- 4) Повинен бути забезпечений легкий доступ до елементів, які регулюються.
- 5) Не розміщувати елементи з великою масою по центру плати.
- 6) Передбачити додаткове механічне кріплення для крупно-габаритних елементів (приклеювання, припаювання, механічно (за допомогою скоби, різьбовим з'єднанням).
- 7) Мікросхеми на друкованій платі розміщувати довшою стороною вздовж повітряних потоків.
- 8) Забезпечити вільний доступ для кріплення друкованого вузла.

2.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус використовується для захисту внутрішніх компонентів приладу від попадання пилу, сонячного проміння і вологи, а також для захисту від ураження електричним струмом користувача, коли той буде проводити певні маніпуляції із пристроєм. Взагалі корпус являється досить важливою складовою пристрою, оскільки в середині нього кріпляться всі вузли і елементи.

Корпус даного пристрою виготовлений із металу. Верхня та нижня кришки мають П-подібну форму. До верхньої кришки кріпляться перемикач та резистор для регулювання напруги.

До нижньої кришки кріпиться трансформатор за допомогою чотирьох гвинтів та шайб, та друкована плата за допомогою гвинтів та гайок. Також на корпус кріпляться запобіжник за допомогою шайб та гайок і шнур мережевий та вилка за допомогою гайки та шайби, а також тиристори на радіатор за допомогою болтів, гайок та шайб.

Для друкованого вузла виконаємо наступні вимоги компоновання: забезпечимо оптимальну щільність розташування компонентів, виключимо помітні паразитні електричні взаємозв'язки, що впливають на технічні характеристики виробу. Взаєморозміщення елементів виробу забезпечує технологічність складання і регулювання конструкції.

Вимоги до габаритних розмірів плат визначимо технологією їх виготовлення. Розміри плати виконаємо економічно доцільними (істотне обмеження на типорозміри з метою стандартизації інструментів і пристосувань). Відхилення від прямокутної форми і створення пазів у зовнішньому контурі призводить до підвищених виробничих витрат і неповного використання вихідних матеріалів. Розміри плати повинні відповідати ГОСТ 10317-72, в якому рекомендовано типи плат із співвідношенням сторін від 1 до 1 до 2 до 1. Максимальна ширина не повинна перевищувати 500мм. Рекомендована товщина в мм: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3.

Якщо електрорадіоелементи мають штирові виводи, то їх встановлюють в отвори друкованої плати і загинають виводи під кутом 60° і обрізають в межах контактних площадок і запаюють методом пайки «хвилею припою». При цьому забезпечимо більшу щільність монтажу, так як на одній і тій же платі розташуємо більшу кількість елементів.

При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

- 1) Має бути передбачена можливість конвекції повітря в зоні розташування елементів, що виділяють велику кількість теплоти;

- 2) Напівпровідникові прилади та мікросхеми не слід розташовувати близько до елементів, що виділяють велику кількість теплоти, а також до джерел сильних магнітних полів (постійним магнітів, трансформаторів та ін);

- 3) Повинна бути передбачена можливість легкого доступу до елементів, які підбирають при регулюванні схеми.

Крок установки інтегральних мікросхем визначається необхідною щільністю компоновки, температурними режимами роботи компонентів на платі, методом розробки топології плати (ручна, машинна), типом корпусу і складністю електричної схеми. Рекомендований крок установки ІМС 2,5 мм.

Зазори між корпусами повинні бути не менше 1,5 мм. ІМС з виводами розташовуються з одного боку друкованої плати, тому що монтаж штирковими виводами проводиться в наскрізні отвори, причому кінці виводів виступають на зворотню сторону плати. Корпуси ІМС міцно утримуються на платі запаяними виводами і витримують практично будь-які механічні дії.

2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

При виборі елементів враховувалося співвідношення між ціною радіоелемента та його технічними характеристиками, а також забезпечення необхідних електричних параметрів та надійності в діапазоні температур, вологості та механічних впливів.

В якості електролітичного конденсатора використовуємо конденсатор типу b41828"Еrcos"- С1, С3– оксидно електролітичні алюмінієві, вони мають досить великі відхилення ємності, але це достатньо для забезпечення хороших параметрів для нашого виробу.

Використання конденсатора такого типу дає можливість автоматизувати процес виготовлення виробу. Використовуються в якості фільтруючих елементів.

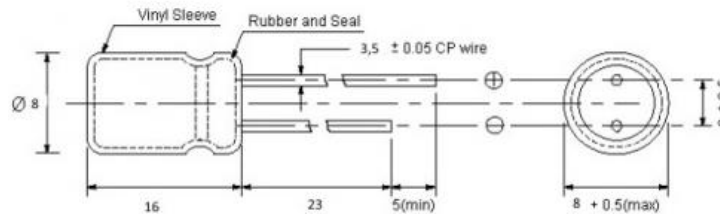


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу b41828"Еrcos"

Основні параметри конденсаторів:

- Номінальна напруга25В;
- Номінальна ємність22, 220 мкФ;
- Допуск ємності..... ± 20%;
- Термін служби2000 г;
- Робоча температура-55 ... 105 ° С;
- Тангенс кута втрат,%0,14.

Оптимальним варіантом вибору постійних резисторів є типу MFP "Yageo", які зображенні на рисунку 2.2 (R1-R4, R6-R10, R12-R19). Призначені для роботи в електричних колах постійного, змінного та імпульсного струмів (див. рис. 2.2.)

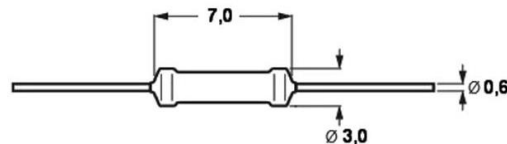


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Основні параметри:

- номінальна потужність, Вт..... 0,25;
- діапазон номінальних опорів, Ом.....1...10·10⁶;

- допустиме відхилення опору, %.....±10;
- максимальна робоча напруга, В.....200;
- діапазон робочих температур, °С..... -60.....+70;

Металізовані плівкові конденсатори мають майже необмежену можливість самовідновлення. Таким чином, можливість короткого замикання практично виключається. Конденсатори стійкі до великих імпульсним струмів, високому рівню пульсацій і мають великий термін служби. Конденсатори загального застосування В32520 ... В32529. Номінальна постійна напруга 63 ... 630В. Висока стійкість до імпульсного струму. Підвищена надійність контактів.

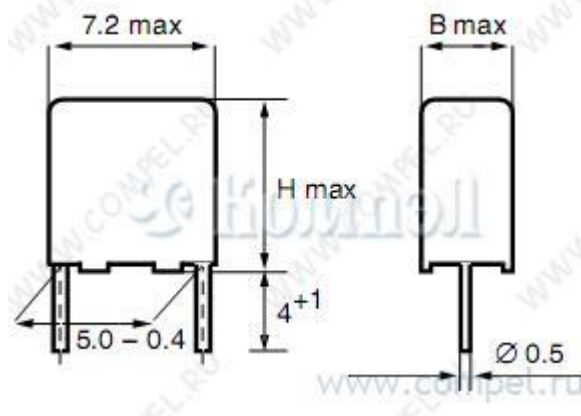


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри В32529С1102J000 "Epcos"

Технічні характеристики:

- Тип В32529С1102J000;
- Робоча напруга змінна, В 250;
- Робоча напруга постійна, В 630;
- Номінальна ємністю 1000;
- Одиниця виміру пФ;
- Допуск номінальної ємності,% 5;
- Робоча температура, С -55 ... 100;
- Відстань між висновками F, мм 5;
- Висота корпусу H, мм 6.5;
- Товщина корпусу T, мм 2.5;

Довжина корпусу L, мм7.2;
Вага, г0.25.

Перемикач - KBB70-2P2W "Jietong Switch"-SA1- призначений для включення і виключення приладу (рисунок 2.4)

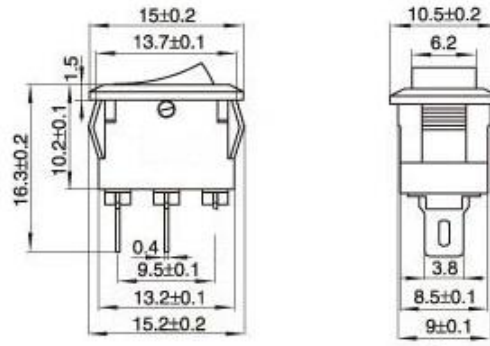


Рисунок 2.4 - Габаритні розміри перемикача

Максимальний струм:10 А;
Максимальна напруга:250В;
Контактний опір:≤50мОм;
Механічна міцність:10 000 ;
Опір ізоляції:≥100мОм;
Діелектрична інтенсивність:..... ≥1500В/1хв.
Контактна опір: 0.03 ом;
Робоча температура:..... -25-85 °С;
Напруга:1500 В змінного струму (50 Гц) за 1хв.

Запобіжник FU1-H520-250 В-16 А "Siba" -найпростіший апарат, що захищає електричне коло від коротких замикань і значних перевантажень (див.рисунок 2.5). Запобіжники широко застосовують при використанні електрообладнання як у побутовій, так і в промисловій сфері.

Запобіжники можуть вбудовуватися в комплектні пристрої. Вони призначені для використання в різних кліматичних поясах, місцях з певними умовами експлуатації, наприклад в робочих умовах, де вони відчують різноманітні механічні дії. Запобіжники володіють різним ступенем захисту. Вони складаються з трьох частин: фарфорового підстави з металевою різьбленням, суміжній плавкої вставки і бойка запобіжника.

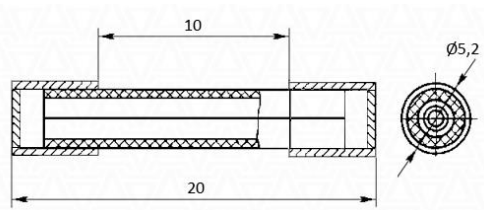


Рисунок 2.5 - Габаритні розміри запобіжника

Технічні характеристики:

матеріалкераміка;
 Номінальна напруга, В240;
 Номінальний робочий струм, А 16;
 Контактициліндричні;
 Довжина корпусу, мм30;
 Діаметр корпусу, мм..... 6.35;
 Робоча температура, С..... -60 ... 100.

Змінні резистори R5-16K1 (рисунок 2.6) мають лінійну характеристику, низьку ціну. Потенціометр 16K1 вуглецевий, з металевим валом. Використовується в електричних ланцюгах, призначений для визначення та задання напруги і ЕРС.

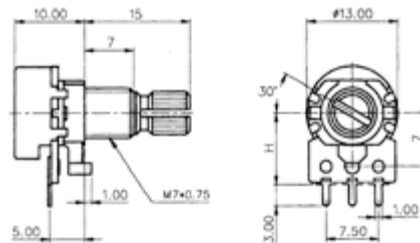


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1

Технічні параметри змінного резистора 16K1:

- номінальний опір.....100кОм;
- відхилення опору від номінального значення.....±20%;
- тип потенціометра.....однооборотний;
- максимальна робоча напруга.....150В;
- кут повороту.....300±5°.

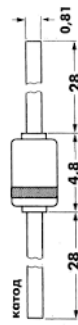


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри діода 1N4148

Технічні характеристики діода 1N4148:

- матеріал.....кремній;
- корпус..... DO-35;
- максимальна постійна зворотна напруга.....75В;
- максимальна імпульсна зворотна напруга.....120В;
- максимальний прямий (випрямлений за півперіод) струм.....0,2А;
- максимально допустимий прямий імпульсний струм.....0,45А;
- максимальний зворотній струм.....5 мкА;
- максимальна пряма напруга.....1В;
- максимальний час зворотного відновлення.....0,004мкс;
- діапазон робочих температур.....-65...+150°С.

Резистор підлаштування, не дротяний 3329Н-R11, однооборотний, Корпусовані, вивідний, потужність 0,5 Вт.

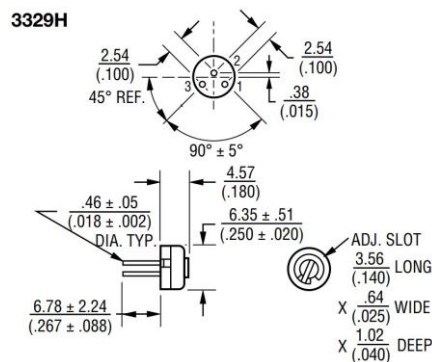


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри резистора підстроювального

Основні параметри і характеристики:

- номінальне відхилення,%10;
- максимальне постійна напруга500;

температурний коефіцієнт +/-..... 250;
 гранична вібрація10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г;
 ударостійкість390m / s², 4000 циклів;
 максимальна розсіює потужність при70гр., 1000 годин 200;
 інтервал робочих температур-55 ... + 125.

VZX55C13-VD4-Стабілітрони (діоди Зенера) - це напівпровідникові діоди, що працюють при зворотному зміщенні в режимі пробую. До настання пробую через діод протікають малі струми, при настанні пробую струм, що протікає через стабілітрон, збільшується і його опір падає до певного рівня. Т.ч. стабілітрон в режимі пробую може підтримувати напругу із заданою точністю. Стабілітрони серії VZX55C мають потужність 0,5 Вт і підходять для захисту слабкострумових елементів, вимогливих до вхідній напрузі.

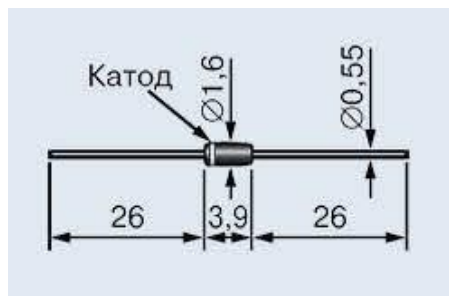


Рисунок 2.9 - Зовнішній вигляд стабілітрона VZX55C13

Технічні характеристики:

Потужність розсіювання, Вт..... 0.5;
 Мінімальна напруга стабілізації, В12.4;
 Номінальна напруга стабілізації, В.....13;
 Максимальна напруга стабілізації, В14.1;
 Статичний опір R_{ст.}, Ом26;
 Температурний коефіцієнт напруги стабілізації a_{Уст.},% / С..... 0.11;
 Максимальний струм стабілізації I_{СТ.МАКС.}, мА..... 29;
 Робоча температура, С-55 ... 150;
 Спосіб монтажу..... в отвір;
 Корпус..... do35;

Вага, г0.2.

В даному приладі використовується звуковий сигналізатор HCM1606X "JL World"-HQ1.

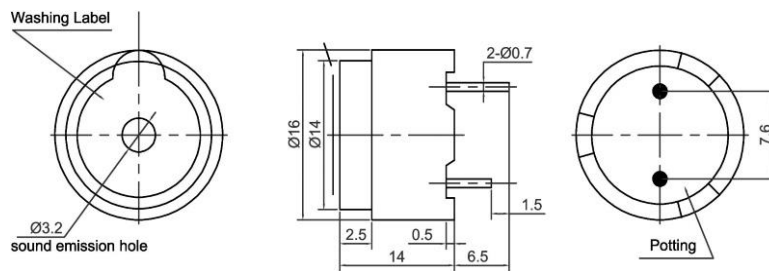


Рисунок 2.10 - Зовнішній вигляд зумера HCM1606X

Технічні параметри:

Номинальна напруга,VDC 12 ;

Робоча напруга, VDC1.5-16 ;

Максимальний струм, mA 8 ;

Мінімальний рівень звукового тиску85дБ/10см;

Резонансна частота, кГц..... 4.0 ± 0.5 ;

Тип сигналубезперервний ;

Робоча температура, ° C-20 ... +70 ;

Вага, г2.

Реле JZX-22F "CHINT" – К1-проміжне реле призначені для комутації електричних ланцюгів змінного струму частотою 50/60 Гц напругою до 250 В і постійного струму напругою до 28 В. Напруга котушки управління мініатюрних реле AC 12-220 В і DC 12-110 В.

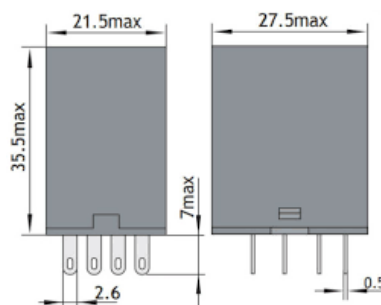


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри реле

Технічні характеристики:

Струм живлення обмотки..... змінний;
Класифікація реле за початковим станоммоностабільний;
поляризаціянейтральне;
Кількість обмоток1;
Номінальна робоча напруга, В220;
Контактний набір3 перекл.;
Максимальне комутоване постійна напруга, В125;
Максимальний комутований струм, А5;
Максимальне комутоване змінне напруги ($\cos\phi * 1$), В250;
Вага, г30.

DB107 "Kingtronics" -VD3- VD6-діодний міст 1А 1000В в пластиковому корпусі типу DIP для монтажу в отвори друкованої плати. Міст DB107 застосовується для випрямлення струмів промислової частоти 50 / 60Гц. Для зручності застосування на корпусі діодного моста DB107 є маркування висновків.

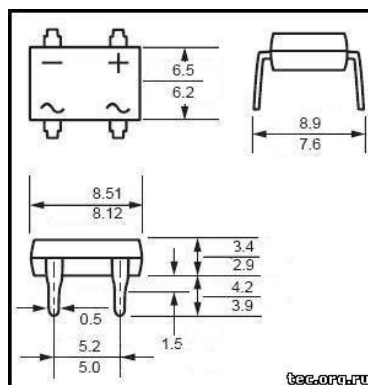


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри діодного моста DB107
"Kingtronics"

Технічні характеристики:

Максимальна постійна зворотна напруга, в1000;
Максимальна імпульсна зворотна напруга, в1200;
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А1;
Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, А..... 30;
Максимальний зворотний струм, мкА10;
Максимальна пряму напругу, В1.1;

Робоча температура, С-55 ... + 125;
 Спосіб монтажув отвір;
 Корпусdb-1;
 Кількість фаз1;
 Вага, г1.
 GBJ2504-F "Diodes"-VD5, Діодний міст 25А 400В [КВJ6].

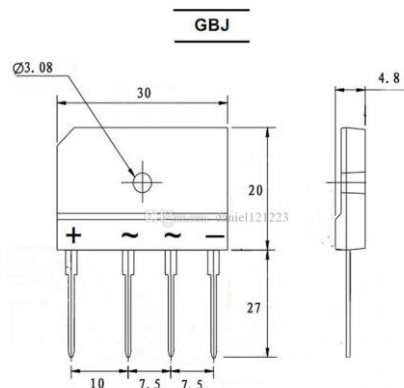


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри діодного моста GBJ2504-F "Diodes"

Технічні характеристики:

Максимальна постійна зворотна напруга, В400;
 Максимальна імпульсна зворотна напруга, В400;
 Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А25;
 Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, А50;
 Максимальний зворотний струм, мкА10;
 Максимальна пряма напруга, В1.05;
 Загальна ємність Сд, пФ85;
 Робоча температура, С-65 ... + 150;
 Спосіб монтажув отвір;
 корпусgbj;
 Кількість фаз..... 1;
 Вага, г6.6.

ТС106-10 "Протон"-VS1- Тиристор ТС106-10-2 симетричний низькочастотний, застосовується в перетворювальних пристроях, а також в

ланцюгах постійного і змінного струму різних силових установок. Максимально допустимий діючий струм - 10 А.

Періодичну імпульсна напруга в закритому стані і повторюється імпульсна зворотна напруга - 200 В. Охолодження повітряне природне. Випускаються в пластмасовому корпусі з жорсткими висновками. Тип корпусу: КТ-28 (ГО-220).

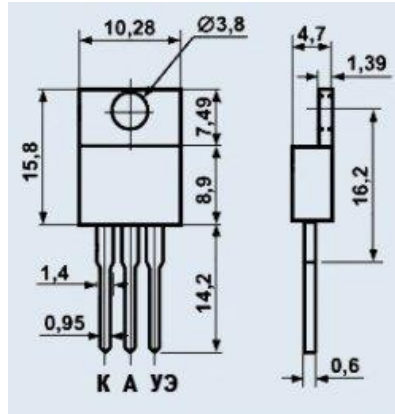


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри ТС106-10 "Протон"

Технічні характеристики тиристора :

Постійний струм у відкритому стані, А –	10;
Періодичну імпульсна напруга в закритому стані / Періодичну імпульсна зворотна напруга, В –	200;
Повторюваний імпульсний струм в закритому стані, мА –.....	1,5;
Повторюваний імпульсний зворотний струм, мА –	110;
Критична швидкість наростання напруги в закритому стані, В / мкс - від 2,5 до 10;	
Критична швидкість наростання струму у відкритому стані, А / мкс -	20
Імпульсна напруга у відкритому стані, В -	1,65;
Струм включення симетричного тиристор, мА –.....	60;
Струм утримання, мА –	45;
Отпирающий постійний струм управління, мА –.....	75;
Відмикає постійна напруга управління, В -	3,5;
Час виключення, мкс –	3;

Час включення, мкс –9;

Тепловий опір перехід-корпус, ° С / Вт -..... 2,2;

Температура переходу, ° С - від-60 до +110.

T122-25-10 "Протон"-VS2- Тиристор низькочастотний штирьового виконання. Призначений для роботи в перетворювальних пристроях, а також в ланцюгах постійного і змінного струму різних силових установок.

Випускаються в металлостеклянном корпусі з жорстким висновком.

Максимально допустимий середній прямий струм у відкритому стані - 25 А

Періодичну імпульсна напруга в закритому стані і повторюється імпульсна зворотна напруга - 1000 В

Охолодження повітряне природне або примусове.

Позначення тіпономінала і полярність висновків наводяться на корпусі.

Габаритні розміри:

- загальна довжина - 40 мм

- довжина шпильки - 11,5 мм

- різьблення - М6

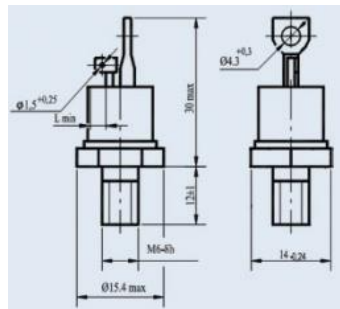


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри T122-25-10 "Протон"

Транзистор кремнієвий малопотужний підсилювальний структури PNP.

Призначений роботи в каскадах посилення проміжної і високої частоти.

Випускається в пластмасовому корпусі типу ТО-92 з гнучкими висновками. Позначення типу наводиться на бічній поверхні корпусу. Маса приладу не більше 0,23 гр.

2N3905 "NTE" –VT1, VT3-транзистор кремнієвий малопотужний підсилювальний структури PNP.

Призначений роботи в каскадах посилення проміжної і високої частоти.

Випускається в пластмасовому корпусі типу ТО-92 з гнучкими висновками. Позначення типу наводиться на бічній поверхні корпусу.

Маса приладу не більше 0,23 гр.

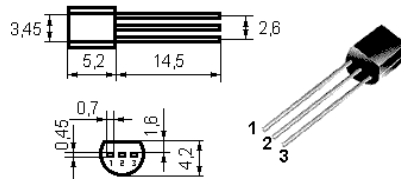


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри транзистора 2N3905

Технічні параметри:

Гранична частота коефіцієнта передачі струму при напрузі колектор-емітер 20 V 200 MHz;

Коефіцієнт шуму при струмі колектора 100 μ A, частоті 1 kHz, внутрішній опір 1 kOhm, напрузі колектор-емітер 5 V 5 dB;

Статичний коефіцієнт передачі струму в схемі з загальним емітером при струмі колектора 10 mA, напрузі колектор-емітер 1 V 50 ... 150;

Коефіцієнт передачі струму в режимі малого сигналу при частоті 1 kHz 50 ... 200;

Напруга насичення колектор-емітер при струмі колектора 10 mA, струмі бази 1 mA 0.25 V;

Напруга насичення база-емітер при струмі колектора 10 mA, струмі бази 1 mA 0.65 ... 0.85 V;

Вхідний опір в режимі малого сигналу при напрузі колектор-емітер 10 V, струмі колектора 1 mA, частоті 1 kHz 0.5 ... 0.8 kOhm;

Вихідна повна провідність в режимі малого сигналу при холостому ході при частоті 1 kHz 1 ... 40 nS;

Зворотний струм колектора при напрузі колектор-емітер 30 V 50 nA;

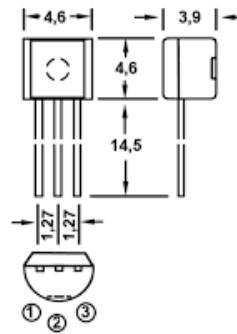
Пробивна напруга емітер-база при струмі емітера $10 \mu\text{A}$ 5 V ;

Пробивна напруга колектор-база при струмі колектора $10 \mu\text{A}$ 40 V ;

Вхідна ємність при напрузі емітер-база 0.5 V , частоті 1 MHz 10 pF ;

Вихідна ємність при напрузі колектор-база 5 V , частоті 1 MHz 4.5 pF .

2SA1320 "ON Semiconductor"-VT4-Транзистор P-N-P 250В 0.03А
0.2Вт 60МГц ТО92 (КТ-26)



ТО-92

Рисунок 2.17 – Габаритні розміри транзистора 2SA1320

Технічні характеристики:

структураPNP;

Макс. напр. к-е при заданому струмі до і заданому опор. в ланцюзі б-е. ($U_{кег \text{ макс}}$), В250;

Максимально допустимий струм до ($I_{к \text{ макс}}$, А)0.03;

Статичний коефіцієнт передачі струму $h_{21e \text{ хв}}$ 50;

Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр}$, МГц60.00;

Максимальна потужність, що розсіюється до ($P_{к}$, Вт)0.2;

КорпусКТ-26.

2.4 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Корпус проектованого виробу виготовлятиметься із металу оскільки містить радіоелементів, які будуть сильно нагріватися, тому є потреба в додатковому розсіюванні тепла.

Враховуючи те що пристрій споживає велику силу струму і живиться від високоамперного джерела живлення, то буде мати велике нагрівання,

отже доведеться використовувати примусове охолодження, а саме радіатори або вентилятори, що значно впливає на проектування пристрою, а саме підвищує масу пристрою, ускладнює конструкцію та при цьому збільшуються затрати на виготовлення даного приладу.

Але в конструкції корпусу приладу не передбачаються отвори для вентиляції, бо внутрішнього простору проектованого пристрою повністю вистачає для розсіювання такої малої кількості тепла.

2.5 Технологічний розділ

2.5.1 Службове призначення деталі та опис конструкції деталі

Гайка призначена для скріплення різних деталей і механізмів. Вона накручується на болти, шпильки і т.д. Основним кріпленням гайки є різьба, яку прикріплюємо на необхідні деталі даного механізму.

Якісні вуглеводні конструкційні сталі (ГОСТ 1050-74) використовуються для виготовлення різних машин і механізмів. Від сталі звичайного типу вони відрізняються меншим вмістом вуглеводів в кожній марці (з врахуванням допустимих відхилень по стандарту) і в більшості випадків великим вмістом Si і Mn. Дають можливість широко застосовувати для виробів із таких сталей різні види технічної і хімічно-технічної обробки, отримують широкий діапазон механічних властивостей, виготовляють вироби не тільки ковкою і холодною механічною обробкою, а також холодною штамповковою висадкою і ін.

Сталі цієї групи можна поділити на підгрупи:

1. Низько-вуглеводні сталі високої пластичності (марка 05 до 10 по ГОСТ 10500-74);
2. Низько-вуглецеві сталі марок 15-25;
3. Середньо-вуглецеві сталі підвищеної щільності (марки з 30 по 50);
4. Високо-вуглецеві конструкційні сталі.

Дана деталь курсового проекту є гайка накидна, яка відноситься до однієї з підгруп, відноситься до сталей підвищеної щільності - сталь 45 ГОСТ 1050-74.

Конфігурація зовнішніх і внутрішніх поверхонь гайки накладної призводить до ускладнення виготовлення заготовки, тому її виготовляють на спеціально обладнаних верстатах.

2.5.2 Характеристика деталі та аналіз технічних вимог на її виготовлення

Гайка накидна шестигранної форми з центральним отвором використовується для закріплення і фіксації трубопроводу. Отвір $\varnothing 22,5$ для проходження трубопроводу. Канавочна поверхня розмірами 5 мм; $\varnothing 30,4$ служить для фіксації трубки. Різьбова поверхня М30-7Н використовується для щільного з'єднання з клапаном. Шестигранна поверхня використовується для закріплення двох деталей. Фаски $2 \times 45^\circ$; $\angle 30^\circ$ використовується для полегшення нарізання різі і входження деталей в спряження.

Термічна обробка – процес теплової обробки виробів з металів і сплавів з метою зміни їх структури і властивостей, що полягає у нагріві до певної температури, витримці і наступному охолодженні з заданою швидкістю. Теплова дія може поєднуватися з хімічною (хіміко-термічна обробка) і деформаційною (термомеханічна обробка). Термічній обробці підлягають заготовки (прокат, поковки, відливки і т.п.) для покращення технологічних властивостей (оброблюваності тиском, різанням і ін.) і готові вироби (деталі, інструменти) з метою забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей.

Термічна обробка, що полягає тільки в термічній дії на метал чи сплав, включає наступні основні види: пропалювання 1-го роду, пропалювання 2-го роду, закалювання з поліморфним перетворенням, закалювання без поліморфного перетворення, відпуск і старіння. Їх використовують як для сталей так і для кольорових металів і сплавів. Кожен з цих видів термообробки поділяється на різновидності, специфічні для різних сплавів.

Вуглецеві сталі, що мають неглибоку прокалюваність, використовують для малонавантажених деталей невеликого перерізу і простої форми. Великі деталі відповідального призначення і деталі складної конфігурації виготовляють з легованих сталей. Для сильно навантажених деталей хромонікелеві і більш складнолеговані сталі.

Таблиця 2.1 - Особливості термічної обробки 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

Хімічна пасивація.

Для пасивування сталевих деталей після травлення з метою міжопераційного захисту перед механічною обробкою (шліфуванням і т.п.) застосовують наступний розчин, гр./л.

нітрат натрію NaNO_2 8 ± 3

карбонат натрію Na_2CO_2 3 ± 1

Процес протікає при температурі розчину $65-75^\circ\text{C}$; час обробки 0,5-1 хв. Деталі із легованих сталей пасивують в розчинах азотної кислоти (густина 1,4) з концентрацією, гр./л.

Хромонікелеві сталі IX18H9T, X23H18 і ін. 400 ± 100

Хромисті сталі X17H2, E172 і ін. 275 ± 5

Процеси протікають при температурах розчинів $24-55^\circ\text{C}$; час протікання обробки 15-20 хв.

2.5.3 Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі

Сталь 45 це є середньовуглецева сталь підвищеної міцності. З неї виготовляють різні деталі. Різні види термічної обробки (термічний відпал, нормалізація, покращення, закалка з низьким відпуском, поверхневі міцності ТВЧ і т.п.) значно покращують експлуатаційні і міцнісні властивості деталей.

Приведені також дані про матеріал деталі за хімічним складом, механічними властивостями до і після термічної обробки. Ці дані зводяться в таблиці (табл.2.2 і 2.3)

Таблиця 2.2 - Хімічний склад сталі 45(ГОСТ 1050-74)

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 2.3 - Механічні властивості сталі 45(ГОСТ 1050-74)

σ_T , кГ/мм ²	$\sigma_{вр}$, кГ/мм ²	δ ,%	δ ,%	α_n , кГ/см ²	НВ (не більше)	
					гарячо-катане	відпал
не менше						
36	61	16	40	5	241	197

2.5.4 Аналіз технологічності деталі

Мета аналізу технологічності – виявлення недоліків конструкції по даним, що містяться на кресленні і технічним вимогам, а також можливе покращення технологічності розглядувальної конструкції.

Технологічний контроль креслень зводиться до детального їх вивчення. Робочі креслення оброблювальних деталей повинні містити всі необхідні відомості, які дають повне уявлення про деталь, тобто всі проекції, розрізи і січення, абсолютно чітко і однозначно пояснюючи її конфігурацію і можливі способи одержання заготовки. На кресленні повинні бути вказані всі розміри з необхідними допусками, класи чистоти оброблювальних поверхонь, допустимі відхилення від правильних геометричних форм, а також взаємного розміщення поверхонь. Креслення повинно містити всі необхідні відомості про матеріал деталі, термічну обробку, використання захисних і декоративних покриттів, масу деталі і т.п.

Технологічний аналіз конструкції забезпечує покращення техніко-економічних показників розроблювального технологічного процесу. Тому технологічний аналіз – один з важливих етапів технологічної розробки, в тому числі в курсовому проектуванні.

Якісна оцінка технологічності деталі

Деталь гайка накидна виготовлений з вуглецевої сталі 45 (ГОСТ 1050-74)

Конструкція деталі є стандартною в цілому, розміри і поверхні мають оптимальні точність і шорсткість. Показники базової поверхні (точність, шорсткість) деталі забезпечують точність установки, обробки та контролю.

Конструкція деталі забезпечує можливість застосування типових і стандартних технологічних процесів її виготовлення. У даної деталі є технологічними отвори діаметром 22,5 мм, оскільки вони є наскрізними, перпендикулярними до основи, дають можливість легкого доступу ріжучого інструменту на прохід.

Оброблювані площини розміщені на одному рівні, є можливість нормального входу і виходу ріжучого інструменту, немає нетехнологічних глухих отворів з різьбою. У деталі відсутні нетехнологічні отвори з різьбою, які мають нахиленисть осі отвору.

Деталь досить технологічна, допускає використання високопродуктивних режимів обробки, має добрі базові поверхні для першочергових операцій і досить проста по конструкції.

Кількісна оцінка технологічності деталі

1. Коефіцієнт використання матеріалу визначається по формулі:

$$K_{в.м} = \frac{M_0}{M_з},$$

де M_0 - маса деталі, $M_з$ - маса заготовки.

Визначаємо об'єм заготовки :

$$V_{заг.} = \frac{\pi * d^2}{4} * l,$$

де d - діаметр заготовки, мм; l - довжина заготовки, мм;

$$d = 0.043м; l = 0.037м;$$

$$V_{заг.} = \frac{\pi * 43^2}{4} * 37 * 10^{-3} = 0.00005370 \text{ м}^3;$$

Визначаємо масу заготовки :

$$M_{заг.} = \rho * V_{заг.}, \text{ де } \rho - \text{густина деталі, } \rho = 7.8 * 10^3 \text{ кг/ м}^3$$

$$M_{заг.} = 7.8 * 10^3 * 0.00005370 = 0.4188 \text{ кг};$$

Визначаємо об'єм деталі :

$$\begin{aligned} V_{дет.} &= \frac{\pi * d_4^2}{4} * l_4 - \frac{\pi * d_1^2}{4} * l_1 - \frac{\pi * d_2^2}{4} * l_2 - \frac{\pi * d_3^2}{4} * l_3 = \\ &= \frac{\pi * (41.6 * 10^{-3})^2}{4} * 35 * 10^{-3} - \frac{\pi * (22.5 * 10^{-3})^2}{4} * 5 * 10^{-3} - \frac{\pi * (30.4 * 10^{-3})^2}{4} * 5 * 10^{-3} - \\ &- \frac{\pi * (26.4 * 10^{-3})^2}{4} * 25 * 10^{-3} = 0.0000286 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Визначаємо масу деталі:

$$M_{дет.} = \rho * V_{дет.}, \text{ де } \rho - \text{густина деталі, } \rho = 7.8 * 10^3 \text{ кг/ м}^3$$

$$M_{дет.} = 7.8 * 10^3 * 0.0000286 = 0.223 \text{ кг};$$

$$K_{в.м} = \frac{0.223}{0.4188} = 0,5324$$

2. Рівень технологічності конструкції по точності обробки визначається за формулою:

$$K_{p.tч.} = \frac{K_{б.мч.}}{K_{мч.}},$$

де $K_{б.мч.}$, $K_{мч.}$ - відповідно базовий і досягнутий коефіцієнт точності обробки.

Коефіцієнт точності обробки $K_{мч.}$ визначається по формулі:

$$K_{мч.} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum Tn_i},$$

де $T_{cp} = \frac{\sum Tn_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}$ - середній клас точності обробки виробу; n_i -

число розмірів відповідного класу точності; T - клас точності обробки.

$$T_{cp} = \frac{3 * 14 + 1 * 14 + 12 * (14/2)}{16} = 8,75;$$

$$K_{мч.} = 1 - \frac{1}{8,75} = 0,8857$$

3. Рівень технологічності конструкції по шорсткості поверхні визначається по формулі:

$$K_{p.ш.} = \frac{K_{б.ш.}}{K_{ш.}},$$

де $K_{б.ш.}$, $K_{ш.}$ - відповідно базовий і досягнутий коефіцієнт шорсткості поверхні.

Коефіцієнт шорсткості поверхні $K_{ш.}$ визначається по формулі:

$$K_{ш.} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_{im}}{\sum Шn_{im}},$$

де $Ш_{cp} = \frac{\sum Шn_{im}}{\sum n_{im}} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{14}}$ - середній клас шорсткості поверхні

виробу; $Ш$ - клас шорсткості поверхні; n_{im} - число поверхонь відповідного

класу шорсткості, $n_{in} = 16$.

$$Ш_{cp} = \frac{2 * 6.3 + 14 * 12,5}{16} = 21,875;$$

$$K_{ш.} = 1 - \frac{1}{21,875} = 0,954$$

Аналіз одержаних коефіцієнтів показав, що деталь технологічна.

2.5.5 Вибір методу отримання заготовки та його техніко-економічне обґрунтування

I-ий варіант.

Вартість заготовок одержаних методом холодної штамповки визначається по формулі:

$$S_{3AG} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_T k_C k_B k_M k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000} \text{ грн.}; \text{ де } C_i - \text{ базова вартість 1 т.}$$

заготовок,

$C_i = 290$ грн.; $S_{отх}$ - ціна 1 т відходів $S_{отх} = 14,4$ грн., Q -маса заготовки, $Q = 0,4188$ кг, q -маса деталі, $q = 0,223$ кг.

$k_T, k_C, k_B, k_M, k_{II}$ - коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок відповідно.

$$k_T = 1,06; k_C = 0,83; k_B = 1,07; k_M = 1,21; k_{II} = 0,5.$$

$$S_{3AG} = \left(\frac{290}{1000} * 0,4188 * 1,06 * 0,83 * 1,07 * 1,21 * 0,5 \right) - (0,4188 - 0,223) * \frac{14,4}{1000} = 0,06635$$

грн.;

$$S_{3AG} = 0,06635 \text{ грн.}$$

II-ий варіант.

Вартість заготовок одержаних методом гарячої штамповки: визначається по формулі:

$$S_{3AG} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_T k_C k_B k_M k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000} \text{ грн.}; \text{ де } C_i - \text{ базова вартість 1 т.}$$

заготовок, $C_i = 315$ грн. ; $S_{отх}$ - ціна 1 т відходів $S_{отх} = 14,4$ грн., Q -маса заготовки, $Q = 0,4188$ кг, q -маса деталі, $q = 0,223$ кг.

$k_T, k_C, k_B, k_M, k_{II}$ - коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок відповідно.

$$k_T = 1,05; k_C = 0,75; k_B = 1,85; k_M = 1; k_{II} = 1.$$

$$S_{3AG} = \left(\frac{315}{1000} * 0,4188 * 1,05 * 0,75 * 1,85 * 1 * 1 \right) - (0,4188 - 0,223) * 14,4 / 1000 = 0,18937$$

грн.;

$$S_{3AG} = 0,18937 \text{ грн.}$$

Порівнюючи вартість заготовок одержаних методом холодної і гарячої штамповки, вибираємо метод холодної штамповки, як значно дешевший і найбільш поширеним.

2.5.6 Вибір варіанту механічної обробки деталі та його техніко-економічне обґрунтування

Сучасні способи механічної обробки і велика різноманітність станків, а також нові методи електрохімічної, електроерозійної і ультразвукової обробки металів, отримання заготовок методами точного лиття, точної штамповки, порошкової металургії- все це дозволяє винаходити різні вагіанти технології, що забезпечують виготовлення виробів, що повністю відповідають всім вимогам кресленням. Технологічний маршрут обробки деталі:

005 Заготівельна

010 Контрольна

015 Токарна

020 Контрольна

025 Термообробка

030 Контрольна

035 Внутрішньо-шліфувальна

040 Контрольна

045 Гальванічна

050 Контрольна

055 Транспортна

2.5.7 Розробка операційного технологічного процесу виготовлення деталі

005 Заготівельна

- 1) виготовляємо деталь холодною штамповкою

010 Контрольна

- 1) контролювати розміри згідно креслення;

015 Токарна, токарний багатшпинделевий верстат марки 1А-240-4

- 1) точити поверхню $\varnothing 28$ мм на довжину 25мм;
- 2) точити поверхню $\varnothing 30,4$ мм на довжину 5мм;
- 3) точити поверхню $\varnothing 22,5$ Н7 на довжину 5мм;
- 4) точити фаску $2*45^\circ$ згідно креслення;
- 5) нарізання різьби М30-74 на довжину 31 мм;

020 Контрольна

- 1) контролювати розміри згідно креслення;

025 Термообробка

- 1) провести термообробку ;

030 Контрольна

- 1) контролювати твердість заготовки згідно креслення;
- 2) візуальна перевірка параметрів деталі

035 Внутрішньо-шліфувальна, внутрішньо-шліфувальний верстат з горизонтальним шпинделем марки 3225

- 1) шліфуєм деталь витримуючи розмір

040 Технологічний контроль

- 1) контролювати розмір згідно креслення;

045 Гальванічна

- 1) покрити деталь згідно технологічного процесу;

050 Контрольна

- 1) візуально перевірити якість покриття;

055 Транспортна

- 1) переміщення деталі на склад готової продукції.

2.5.7 Розрахунок припусків на обробку та міжопераційних розмірів

Розрахунок припусків і допусків на обробку поверхонь

Розраховуємо припуски на обробку отвору $\varnothing 22,5H7 \left(\begin{smallmatrix} +0,025 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$

1. Отвір $\varnothing 22,5H7$

Технологічні переходи по обробці $\varnothing 22,5^{+0,027}$	Елементи припуску, мкм				Розточування		Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R	T	ρ	ε	припуск к, мкм	розмір, мм		d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{FP}$	$2Z_{\max}^{FP}$
Заготовка	150	200	11			18,65	750	17,95	18,65		
Розточування чорнове	50	50	17	17	2·784	21,6205	130	21,49	21,62	2969	3595
напівчистове	20	25	14	14	2·739	21,777	100	21,677	21,777	1570	1870
чистове	5	5		4	2·690	25,5	27	22,5	22,525	750	823

$$\rho_3 = \sqrt{(\Lambda_k \cdot l)^2 + \left(\Lambda_k \cdot \frac{d}{2} \right)^2};$$

$$\rho_3 = \sqrt{(0,9 \cdot 5)^2 + \left(0,9 \cdot \frac{22,5}{2} \right)^2} = 11,07 \text{ мкм};$$

$$\Delta = 0,9 \text{ мкм/мм}; \quad l = 5 \text{ мм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_6^2} = \varepsilon_3 ; \varepsilon = 280 \text{ мкм.}$$

Величина залишкового просторового відхилення після кожної з операцій

$$\rho_{\text{ост}} = k_y \cdot \rho$$

$$k_{y1} = 0,06; \quad k_{y2} = 0,05.$$

$$\rho_1 = 17 \text{ мкм}; \quad \rho_2 = 14 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_1 = 17 \text{ мкм}; \quad \varepsilon_2 = 14 \text{ мкм}$$

Розрахунок мінімальних значень припусків

$$2Z \min_i = 2 \left[Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon_i^2} \right]$$

$$2Z \min_2 = 2 \left(350 + \sqrt{17^2 + 17^2} \right) = 2 \cdot 374 = 784 \text{ мкм}$$

$$2Z \min_3 = 2 \left(350 + \sqrt{14^2 + 14^2} \right) = 2 \cdot 369,79 = 739,58 \text{ мкм}$$

Розрахункові розміри визначаємо шляхом послідовного додавання розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу до кінцевого розміру.

Визначаємо розрахунковий розмір d_p для кожного переходу:

- для напівчистового розточування

$$d_{p1} = 22,525 - 0,748 = 21,777 \text{ мм}$$

- для чорнового розточування:

$$d_{p2} = 22,36 - 0,7395 = 21,6205 \text{ мм}$$

- для заготовки:

$$d_{p3} = 21,6205 - 2,97 = 18,6505 \text{ мм}$$

Значення допусків кожного переходу приймаються по таблицях в залежності від класу точності того чи іншого виду обробки. Так, для чистового розташування значення допуску складає 27 мкм, для напівчистового

$\delta = 100$ мкм, для чорнового $\delta = 130$ мкм, допуск на отвір в штампівці III-го класу точності по ГОСТ 7505-85 складає 750 мкм.

В графі "Граничний розмір" найбільше значення d_{max} одержується по розрахунковим розмірам, округленням до точності допуску відповідного переходу. Найменші граничні розміри d_{min} визначається із найбільших граничних розмірів віднімання допусків відповідних переходів.

Таким чином для часткового розточування найбільший граничний розмір 22,527 мм, найменший $22,527 - 0,27 = 22,5$ мм; для напівчистового розточування найбільший 21,777 мм, найменший $21,777 - 0,1 = 21,677$ мм; для чорнового найбільший 21,62 мм, найменший $21,62 - 0,13 = 21,49$ мм; для заготовки найбільший 18,6505 мм, найменший 17,9505 мм.

Мінімальні граничні значення припусків Z_{\min}^{nn} рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а \max значення Z_{\min}^{nd} - відповідно різниці найменших граничних розмірів.

Тоді:

для чистового розточування

$$2Z_{\min 3}^{nd} = 22.527 - 21.777 = 0.750 \text{ мм} = 750 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 3}^{nd} = 22.5 - 21.677 = 0.823 \text{ мм} = 823 \text{ мкм}$$

для напівчистового розточування

$$2Z_{\min 2}^{nd} = 21.777 - 21.62 = 0.157 \text{ мм} = 157 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2}^{nd} = 21.677 - 21.49 = 0.187 \text{ мм} = 187 \text{ мкм}$$

для чорнового розточування

$$2Z_{\min 1}^{nd} = 21.62 - 18.6505 = 2.9695 \text{ мм} = 2969 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 1}^{nd} = 21.49 - 17.9506 = 3.5395 \text{ мм} = 3595 \text{ мкм}$$

Загальні припуски $Z_{0\min} - Z_{0\max}$ визначаємо додаючи проміжні припуски і записуємо їх значення внизу відповідних граф:

$$2Z_{0\min} = 750 + 157 + 2969 = 3876$$

$$2Z_{0\max} = 823 + 187 + 3595 = 4605$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{0н\text{ю}м} = Z_{0\min} + \frac{B_3}{2} + Bg = 3876 + 375 + 27 = 4278 \text{ мкм}$$

$$d_{3н\text{ю}м} = d_{дн\text{ю}м} - Z_{0н\text{ю}м} = 22,5 - 4,278 = 18,222 \text{ мм}$$

2.5.8 Вибір ріжучого та контрольно-вимірювального інструменту

Вибір ріжучого інструменту

Для операції 015 токарна вибираємо такі різці інструменти:

- 1) різець токарний прохідний прямий 2100-0001 Т15К6 ГОСТ 188878-73,
 $\varphi = 45^\circ$, 20×16×200;
- 2) різець токарний підрізний відігнутий з пластинкою твердого сплаву,
2101-0001 ВК6 ГОСТ 18880-73, 12×12×100;
- 3) різець токарний розточний для наскрізних отворів сплаву,
2140-0056 ВК4 ГОСТ 18882-73, 16×12×100;
- 4) різець токарний різьбовий з пластинкою твердого сплаву,
2660-0001 2 Т15К6 ГОСТ 18885-73, 16×10×100;

Для операції 035 внутрішньо-шліфувальної використовуємо такі різальні інструменти:

- 5) зенкер 40×140 згідно ГОСТ 14953-80;

Активний контроль вимірювального інструменту.

Для активного контролю беремо прилад Мазіна з сумуючим важілем. Неважка показати, що при співвідношенні плечей важілів

$$\frac{AC}{CF} * \frac{EF}{EG} = \frac{2}{1} * \frac{1}{2} = 1; \text{ і } \frac{BD}{DE} * \frac{EF}{FG} = \frac{3}{1} * \frac{1}{3} = 1$$

переміщення точки G рівне сумі переміщення точок А і В, тобто рівне величини вимірювання діаметра контролюючих деталей.

Для зменшення зносостійкості в рухомих з'єднаннях ланцюги передачі приладу і його порого чутливості, а також для усунення кінематичних похибок точок G, E, F, D і С повинні розташовуватись на одній прямій.

2.5.9 Розрахунок режимів різання

Проведемо розрахунок режимів різання на токарну операцію. Станок токарний багатопинделивий 1А 240-4. Точіння поверхні діаметром Ø 30.4 мм.

1. Розрахунок довжини робочого ходу супорта $L_{p.x.}$, в мм

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дод};$$

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

y - довжина підводу, врізання і перебігу інструменту;

$$y = y_{под} + y_{врез} + y_{п}, \text{ де } y_{под} + y_{п} = 4 \text{ мм.};$$

$$y = 2 + 4 = 6 \text{ мм.};$$

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

$L_{рез}$ - довжина різання $L_{рез} = 25$ мм.

$$L_{p.x.} = 25 + 6 + 2 = 33 \text{ мм.};$$

2. Визначення подачі супорта на оборот шпинделя S_0 в мм./об.

Визначаємо рекомендовані подачі по нормативам:

- вид інструмента і інструментального матеріалу;
- різак токарний розточний з кутом в плані $\varphi = 45^\circ$;
- глибина різання ширина різача $t(b) 20 \times 16 \times 200$, $t(b) = 16$ мм.;
- подача $S_0 = 0,2$ мм/об;
- оброблювальний матеріал і його твердість, Сталь 45 HRS 30...45;

3 Визначення стійкості інструменту по нормативам T_p в хвилинах різання.

Стійкість кожного інструменту в хвилинах різання, по якому визначається рекомендована для нього по нормативам швидкість різання V ,

$$T_p = T_m \lambda;$$

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

λ - коефіцієнт часу різання кожного інструменту, рівний відношенню

довжини різання $L_{рез}$ цього інструменту до довжини робочого ходу столу

$L_{p.x.}$:

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L_{p.x.}}; \lambda = 25/33 = 0,75 ;$$

По таблиці визначаємо T_M : $T_M = 140$, $T_p = 0,75 * 140 = 120$;

4 Розрахунок швидкості різання V в м/хв, числа обертів шпинделя n :

а) визначення рекомендованої швидкості різання по нормативам:

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

де K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблювального матеріала, $K_1 = 0,65$;

K_2 - від стійкості і марки твердого сплаву, $K_2 = 1,0$;

K_3 - від виду обробки, $K_3 = 0,85$.

$$v_{таб.} = 57 \text{ м/хв.};$$

$$v = 57 * 0,65 * 1,0 * 0,85 = 31,49 \approx 32 \text{ м/хв.};$$

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

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \quad n = 214,54 \approx 215 \text{ об/хв.};$$

в) уточнення числа оборотів шпинделя m по паспорту станка $m = 21$

г) уточнення швидкості різання по прийнятим оборотам шпинделя:

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

$$v = \frac{3,14 * 28 * 215}{1000} = 18,9 \approx 19 \text{ м/хв.};$$

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 прийнята подача

$$S = 0,2 \text{ мм/об};$$

$$n = 215;$$

$$t_M = \frac{33 * 10^{-3}}{0,2 * 10^{-3} * 215} = 0,767 \text{ хв.};$$

2.5.10 Вибір обладнання

Операція	Модель станка	Технічна характеристика	Параметр
1	2	3	4
Токарна, багатшпиндель-ний горизонтальний автомат	1A240-4	<p>Найбільший діаметр оброблювальної деталі, мм:</p> <p>Найбільша довжина оброблювальної деталі, мм:</p> <p>Число обертів шпинделя в хв.</p> <p>Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт</p> <p>Габарити станка, мм:</p>	<p>50</p> <p>180</p> <p>125-1250</p> <p>13</p> <p>5685x1580</p>
Внутрішньо-шліфувальна, внутрішньо-шліфувальний верстат з горизонтальним шпинделем	3225	<p>Найбільший діаметр деталі, мм:</p> <p>Розмір шліфуючого отвору, мм:</p> <p>діаметр</p> <p>найбільша довжина</p> <p>Число обертів шліфувального круга в хв.</p> <p>Потужність електродвигуна, кВт</p> <p>Габарити станка, мм:</p>	<p>100</p> <p>6-25</p> <p>50</p> <p>24000</p> <p>2,2</p> <p>1690x840</p>

2.5.11 Технічне нормування розробленого технологічного процесу

Технічні норми часу в умовах масового і серійного виробництва встановлюється розрахунково-аналітичним методом. При масовому виробництві визначається норма штучного часу:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{обсл} + T_{отд}$$

Після визначення змісту операцій, вибору обладнання, інструментів і розрахунку режимів різання норми часу визначаються в такій послідовності.

1. На основі розрахункових режимів роботи обладнання по кожному переходу вираховується основний (технологічний) час T_o .
2. По змісту кожного переходу встановлюється необхідний комплекс прийомів допоміжної роботи і визначається допоміжний час T_B з урахуванням можливих і доцільних суміщень і перекриттів.
3. По нормативам в залежності від операцій і обладнання встановлюється час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби $T_{обсл}$ і $T_{отд}$.
4. Визначається норма штучного часу $T_{шт}$.

Розрахунок норми часу на токарну операцію. Станок 1A240-4

1. Основний технологічний час T_o дорівнює 0,767 хв.
2. Розраховуємо основні елементи допоміжного часу: взяти деталь, встановити і закріпити, відкріпити, зняти і відкласти – 0,115 хв; включити станок кнопкою – 0,015 хв; переміряти деталь вибраним приладом - 0,03 хв.

Визначаємо допоміжний час $T_B = 0,115 + 0,015 + 0,03 = 0,16$ хв.

3. Оперативний час $T_{on} = T_o + T_B = 0,767 + 0,16 = 0,927$ хв.

Час на організацію обслуговування робочого місця – складає 1,7% операційного.

$$\text{Тоді } T_{обсл} = \frac{0,927 * 1,7}{100} = 0,01575 \text{ хв.}$$

4. Час переривів на відпочинок і власні потреби – складає 6% від операційного.

$$T_{отд} = \frac{0,927 * 6}{100} = 0,05562 \text{ хв.}$$

Підраховуємо штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{обсл} + T_{отд} = 0,767 + 0,16 + 0,01575 + 0,05562 = 0,99837 \text{ хв.}$$

2.5.12 Побудова графіків завантаження обладнання

Графіки служать найбільш наглядним засобом оцінки технологічно-економічної ефективності розробленого технологічного процесу.

Для достатньо наглядного уявлення будуються наступні графіки:

- 1) загрузка обладнання;
- 2) використання обладнання за основним часом;
- 3) використання станків за потужністю;

Графік загрузки обладнання

По горизонтальній осі графіка загрузки обладнання рівними інтервалами умовно зображуються станки технологічного процесу. Станки вказуються означенням моделі.

По висоті в вигляді прямокутників в процесах або відносних одиницях відкладається коефіцієнт загрузки.

Таким чином, графік виконується в вигляді гістограми, прямокутників з різними висотами, які відповідають коефіцієнтам загрузки станків, які розташовані послідовно по горизонтальній осі за порядком виконання технологічного процесу.

На графі ліній, яка паралельна горизонтальній осі, показується середній коефіцієнт обладнання. Значення середнього коефіцієнта загрузки звичайно коливається в межах $\eta \geq 0,65 - 0,77$.

Коефіцієнт загрузки станка η_3 визначається як відношення розрахункової кількості станків m_p , зайнятих на даній операції процесу, до прийнятого (фактичного) числа станків m_n : $m_n = 5$

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n}$$

В свою чергу розрахункова кількість станків визначається як відношення штучного часу на даній операції $T_{шт}$ до такту випуска t_B : $t_B = 0,5$

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_B}$$

$$m_{p1} = \frac{T_{шт1}}{t_B} = \frac{0,99837}{0,5} = 1,99674; \quad \eta_{31} = \frac{m_{p1}}{m_n} = \frac{1,99674}{5} = 0,399$$

$$m_{p2} = \frac{T_{um2}}{t_g} = \frac{0,71}{0,5} = 1.42; \quad \eta_{z2} = \frac{m_{p2}}{m_n} = \frac{1.42}{5} = 0.284$$

$$m_{p3} = \frac{T_{um3}}{t_g} = \frac{0,351}{0,5} = 0.702; \quad \eta_{z3} = \frac{m_{p3}}{m_n} = \frac{0,702}{5} = 0.1404$$

$$m_{p4} = \frac{T_{um4}}{t_g} = \frac{0,181}{0,5} = 0.363; \quad \eta_{z4} = \frac{m_{p4}}{m_n} = \frac{0,362}{5} = 0.0724$$

$$m_{p5} = \frac{T_{um5}}{t_g} = \frac{0,32085}{0,5} = 0.6417; \quad \eta_{z5} = \frac{m_{p5}}{m_n} = \frac{0,6417}{5} = 0.128$$

Визначаємо середнє значення загрузки станків:

$$\eta_{zcp.} = \frac{\eta_{z1} + \eta_{z2} + \eta_{z3} + \eta_{z4} + \eta_{z5}}{5} = \frac{0.399 + 0.284 + 0.1404 + 0.0724 + 0.128}{5} = 0,2047$$

Графік використання обладнання за основним часом

Графік використання обладнання за основним часом, таксамо як і графіки загрузки обладнання, будуються для кожного станка технологічного процесу.

На основі коефіцієнта по окремим станкам визначається і показується на графіку середній коефіцієнт використання обладнання. Високий коефіцієнт використання обладнання за основним часом характеризує раціональне побудування опрацій.

Низький коефіцієнт свідчить про значні затрати часу на допоміжні прийоми (встановлення та зняття заготовок, на підналадку та заміну інструменту).

Необхідно, щоб цей коефіцієнт був якумога вище, тобто ближче до одиниці. Коефіцієнт основного часу коливається в широких межах: від 0,35 - 0,45 для обробки на протяжних станках – до 0,85 - 0,90 для неперивного фрезерування на качелях і барабанно-фрезерувальних станках.

Впровадження автоматичних загрузочно-розгрузочних пристроїв та автооператорів для установки і зняття оброблювальних деталей, автоматизації циклу станків та інших міроприємств – сприяє збільшенню коефіцієнту основного часу.

Побудований графік, так як і графік загрузки обладнання, слід проаналізувати по всіх операціях технологічного процесу і дати свої пропозиції про його покращенню.

Коефіцієнт використання обладнання в основному (технологічному) часу η_o свідчить про долю машинного часу в загальному часі роботи станка. Він обозначається як відношення основного часу до штучного (для масового) або штучно-калькуляційного часу (для серійного виробництва):

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шт}}$$

Визначаємо основний технологічний час для кожної операції:

1) для токарної операції, чистова обточка по 4 класу точності:

$$T_{o1} = 0,00017 * d * l, \text{ де } d = 28\text{мм}, l = 25\text{мм},$$

$$T_{o1} = 0,00017 * 28 * 25 = 0,119\text{хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{ук1} = \varphi_k * T_{o1} \text{ де } \varphi_k - \text{табличні дані } \varphi_k = 1,36, T_{ук1} = 1,36 * 0,119 = 0,16184\text{хв.}$$

2) для токарної операції, чистова обточка по 4 класу точності:

$$T_{o2} = 0,00017 * d * l, \text{ де } d = 30.4\text{мм}, l = 5\text{мм},$$

$$T_{o2} = 0,00017 * 30.4 * 5 = 0,0258\text{хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{ук2} = \varphi_k * T_{o2} \text{ де } \varphi_k - \text{табличні дані } \varphi_k = 1,36, T_{ук2} = 1,36 * 0,0258 = 0,0351\text{хв.}$$

3) для токарної операції, чистова обточка по 4 класу точності:

$$T_{o3} = 0,00017 * d * l, \text{ де } d = 22.5\text{мм}, l = 5\text{мм},$$

$$T_{o3} = 0,00017 * 22.5 * 5 = 0,019125\text{хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{ук3} = \varphi_k * T_{o3} \text{ де } \varphi_k - \text{табличні дані } \varphi_k = 1,36, T_{ук3} = 1,36 * 0,019125 = 0,02601\text{хв.}$$

4) для внутрішньо-шліфувальної операції:

$$T_{o4} = 0,00015 * d * l, \text{ де } d = 30.4\text{мм}, l = 5\text{мм},$$

$$T_{o4} = 0,00015 * 30.4 * 5 = 0,0228\text{хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{ук4} = \varphi_k * T_{o4} \text{ де } \varphi_k - \text{табличні дані } \varphi_k = 1,55, T_{ук4} = 1,55 * 0,0228 = 0,03534\text{хв.}$$

5) для внутрішньо-шліфувальної операції:

$$T_{o5} = 0,00015 * d * l, \text{ де } d = 22.5 \text{ мм}, l = 5 \text{ мм},$$

$$T_{o5} = 0,00015 * 22.5 * 5 = 0,0168 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{ук5} = \varphi_k * T_{ум5}, \text{ де } \varphi_k - \text{табличні дані } \varphi_k = 1,55, T_{ук5} = 1,55 * 0,0168 = 0,0261 \text{ хв.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання обладнання в основному часу η_o :

$$\eta_{o1} = \frac{T_{o1}}{T_{ум1}} = \frac{0,119}{0,161} = 0,739$$

$$\eta_{o2} = \frac{T_{o2}}{T_{ум2}} = \frac{0,025}{0,035} = 0,714$$

$$\eta_{o3} = \frac{T_{o3}}{T_{ум3}} = \frac{0,0191}{0,026} = 0,734$$

$$\eta_{o4} = \frac{T_{o4}}{T_{ум4}} = \frac{0,0228}{0,0353} = 0,6458$$

$$\eta_{o5} = \frac{T_{o5}}{T_{ум5}} = \frac{0,0168}{0,0261} = 0,6436$$

Визначаємо середнє значення використання обладнання за основним часом $\eta_{опр}$:

$$\eta_{опр} = \frac{\eta_{o1} + \eta_{o2} + \eta_{o3} + \eta_{o4} + \eta_{o5}}{5} = \frac{0,739 + 0,714 + 0,734 + 0,6458 + 0,6436}{5} = 0,69528$$

Графік використання обладнання за основним часом

Графік використання станків за потужністю будується для всіх станків технологічного процесу і свідчить про правильність вибору обладнання. Необхідно прагнути до високого коефіцієнту використання обладнання по потужності і вибирати для виконання всіх операцій технологічного процесу станки оптимальної потужності.

Потужність різання зручно визначати по таблицям. В ряді випадків дані по потужності на різання відсутні в довідковій літературі. Це в основному стосується таких процесів, як, наприклад, шевінгування, де потужність приводу невелика і значна частина її розходується на холостому ході станка.

Для подібних випадків дозволяється не визначати коефіцієнт використання потужності.

Використання станків за потужністю приводу. Цей фактор характеризується коефіцієнтом використання обладнання η_m , який являє собою відношення необхідної потужності на приводі станка $N_{пр}$ до потужності встановленого електродвигуна $N_{ст}$:

$$\eta_v = \frac{N_{np}}{N_{cm}};$$

Потужність двигуна	Марка станка	η К.К.Д.
$N_{ст.1} - 13$ кВт	1A240-4	0,8
$N_{ст.2} - 13$ кВт	1A240-4	0,8
$N_{ст.3} - 13$ кВт	1A240-4	0,8
$N_{ст.4} - 2,2$ кВт	3225	0,81
$N_{ст.5} - 2,2$ кВт	3225	0,81

$$N_{різ} < 1,2 * N_{сн} * \eta ;$$

$$N_1 = 1,2 * 13 * 0,8 = 12,48$$

$$\eta_{M1} = \frac{12,48}{13} * 100 = 96\%$$

$$N_2 = 1,2 * 13 * 0,8 = 12,48$$

$$\eta_{M2} = \frac{12,48}{13} * 100 = 96\%$$

$$N_3 = 1,2 * 13 * 0,8 = 12,48$$

$$\eta_{M3} = \frac{12,8}{13} * 100 = 96\%$$

$$N_4 = 1,2 * 2,2 * 0,81 = 2,1384$$

$$\eta_{M4} = \frac{2,1384}{2,2} * 100 = 97,2\%$$

$$N_5 = 1,2 * 2,2 * 0,81 = 2,1384$$

$$\eta_{M5} = \frac{2,1384}{2,2} * 100 = 97,2\%$$

$$\eta_{ср.} = \frac{\eta_{M1} + \eta_{M2} + \eta_{M3} + \eta_{M4} + \eta_{M5}}{5} * 100 = \frac{96 + 96 + 96 + 97,2 + 97,2}{5} = 96,48\%$$

2.5.12 Розрахунок пристосіблення, розрахунок сил затиску, розрахунок пристосіблення на точність

В умовах малосерійного та серійного виробництва не завжди вигідно виготовляти спеціальні пристосіблення. Модернізація верхніх салазок супорта дає можливість при незначних затратах робити наступні роботи:

1 проточку фасонних і конусних поверхонь на торцях деталей;

2 нарізання внутрішніх та зовнішніх різьб до упору з моментальною зупинкою різьбового різьця і ряд інших операцій.

Для виконання всіх цих робіт застосовують два види різних пристосіблення, в яких є загальний основний вузол.

Пристосіблення призначене для швидкісного нарізання внутрішніх та зовнішніх різьб до упору, розточки і обточки деталей по точно заданих лінійним розмірам і т.д. Воно забезпечує моментальну зупинку різьця в заданому положенні.

Перед початком роботи проводиться настройка різьця. Для цього його подають вщільно до торця деталі, а копірну планку, закріплену за допомогою копитримача 11 на пінолі задньої бабки, підводять вщільно до пальця 9.

Потім супорт відводять в попереднє положення. В процесі нарізання різьби супорт з різьцем, закріплений в різьцетримальній головці, швидко рухається вперед до тих пір, поки палець 9 не впреться в планку 8. Різець перестає рухатися вперед, а супорт з нижньою частотою салазок і гвинтом 1 буде продовжувати рух вперед, зжимаючи пружинку 5.

За час стискання пружини токар встигає відвести різець від різьби і дати зворотній хід ходовому гвинту.

Дане пристосіблення дозволяє нарізати зовнішні і внутрішні різьби до упору при максимальних оборотах шпинделя і усуває напруженість при роботі, коли токар за десяти долі секунди повинен вивести різець і переключити фрикційну муфту.

Це ж приспособлення використовується при протичці торцевих фасонних поверхностей, при цьому замість планки 8 ставиться фасонний копір 17.

При чорновій обробці сили пружини не вистачає для зняття чорнового припуску, тому приходится працювати з ручною подачею, користуючись копіром, як орієнтиром.

Чистова обробка виконується з механічною поперечною подачею (за копіром).

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; $G = 1,64736$ кг;

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

$R = 45$ м

g - прискорення при вільному падіння груза в м/с²; $g = 9,81$ м/с²;

При $n = 500$, $P_{ц1} = 0,01 * 1,64736 * 45 * 10^{-3} * \frac{500^2}{9,81} = 18$ кгс;

$n = 1000$, $P_{ц2} = 0,01 * 1,64736 * 45 * 10^{-3} * \frac{1000^2}{9,81} = 75$ кгс;

$n = 2000$, $P_{ц3} = 0,01 * 1,64736 * 45 * 10^{-3} * \frac{2000^2}{9,81} = 300$ 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

$$Q_{сум} fR = kM_{рез}.$$

Звідси

$$Q_{сум} = \frac{kM_{рез}}{fR}; \quad Q = \frac{Q_{сум}}{z}.$$

$$Q_{\text{сум}} = 1,6 * 6200 / 0,15 * 62 = 1706 \text{ Н}$$

$$Q = 1706 / 2 = 853 \text{ Н,}$$

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

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

R - радіус заготовки, мм; $R = 62 \text{ мм}$;

k - коефіцієнт запасу; $k = 1,6$

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

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

$$Q_{\text{сум}} f \geq k P_x.$$

Тоді

$$Q_{\text{сум}} \geq \frac{k P_x}{f}.$$

Коефіцієнт f залежить від матеріалу кулачків.

Розрахуємо точності приспособлення.

1. Похибка базування $\varepsilon_{\delta} = 0 \text{ мкм}$.
2. Похибка закріплення $\varepsilon_{\delta} = 0,05 \text{ мм}$.
3. Похибка зносу установочних елементів приспособлення для даного випадку складе $\varepsilon_{\text{изн}} = 0,04 \text{ мм}$.
4. Похибка установки приспособлення $\varepsilon_{\text{уст}}$ визначається по формулі виходячи з схеми установки:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \frac{L_d s}{l} = \frac{15 * 0,07}{76} = 0,01381;$$

де L_d – довжина оброблювальної деталі, $L_d = 15 * 10^{-3} \text{ мм}$;

s - найбільший зазор, $s = 0,07 \text{ мм}$;

l - довжина обходу, $l = 76 \text{ мм}$.

5. Похибка зміщення ріжучого інструменту $\varepsilon_{\text{п}} = 0$.
6. Економічна точність обробки; $\omega = 0,1 \text{ мм}$.

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

Отже,

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k \sqrt{(k_1 \varepsilon_\sigma)^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_{yct}^2 + \varepsilon_{ИЗН}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_2 \omega)^2} = 0,160 -$$

$$1,2 \sqrt{0 + 0,05^2 + 0,01381^2 + 0,04^2 + 0 + 0,07^2} = 0,04624;$$

Щоб визначити точність приспособлення для витриманого на операції розміру, необхідно сумувати всі складові похибки, що впливають на точність цього розміру.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Розрахунок автотрансформатора TV1.

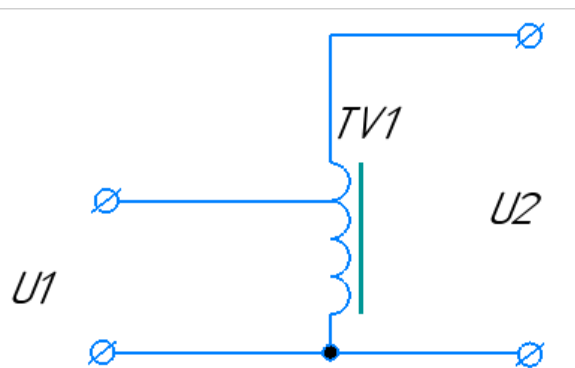


Рисунок 3.1 - Схема підвищуючого трансформатора

Автотрансформатором називається перетворювач напруги, який має одну обмотку з одним, або декількома проміжними виводами.

Сердечник автотрансформатора розраховується на величину потужності трансформації:

$$P_{\text{тр}} = 1,1 * P_{\text{ат}} \frac{n-1}{n} = 1,1 * 1000 * \frac{1,4-1}{1,4} = 314 \text{ Вт.} \quad (3.1)$$

$$n_{\text{макс}} = \frac{300}{220} = 1,4; \quad (3.2)$$

$$S_c = 1,3\sqrt{P} = 1,3\sqrt{314} = 23,1 \text{ см}^3; \quad (3.3)$$

$$S'_c = \frac{23,1}{0,92} = 25,1 \text{ см}^3; \quad (3.4)$$

Вибираємо сердечник УШ-35*35

$$S_c = 11 \text{ см}^3; \quad b = 22 \text{ мм}; \quad h = 61,5 \text{ мм.}$$

$$\omega_1 = 45 * \frac{300}{11} = 1227; \quad (3.5)$$

$$\omega_1 = 1,4 * 1227 = 1718 \text{ витків} \quad (3.6)$$

$$I_2 = \frac{P_{\text{ат}}}{U_2} = \frac{1000}{300} = 3,33 \text{ а}; \quad (3.7)$$

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{3,33}{3}} = 0,44 \text{ мм}$$

Обираємо провід марки ПЕЛ 0,64;

$$I_1 = 1,1 \frac{P_{ар}}{U_1} = 1,1 \frac{1000}{220} = 4,6 \text{ а}; \quad (3.8)$$

$$I = I_1 - I \cong 1 \text{ а}$$

Діаметр проводу загальної частини обмотки

$$d_{заг} = 1,13 \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,58 \text{ мм} \quad (3.9)$$

Обираємо діаметр проводу ПЕЛ 0,59.

3.2 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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 обираємо 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:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{2A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 1,2\text{мм} \quad (3.10)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 2A$;

$I_{\text{доп}}$ – 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:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 2A * 0,6\text{м}}{1B * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (3.11)$$

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

$L = 0,6 \text{ м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 1 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (3.12)$$

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 0,1...0,4мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ -для діодів VD3, VD6;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів, підпаювання провідників;

$d_{E3} = 1,1$ -для тиратрона VL1, резистора змінного, реле.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (3.13)$$

де $h\phi$ – товщина фольги;

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (3.14)$$

де b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки.

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

де δd і δp - 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.

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15)$$

де Δd - допуск на отвір.

$$d_{max1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{max2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$d_{max3} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{1min3} = 2 \left(0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{min2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

$$D_{min3} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (3.15)$$

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

$$D_{max3} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (3.16)$$

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

$b_{1min} = 0,15$ 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:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (3.17)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

$$S_{1\min 3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41\text{мм}$$

де L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (3.18)$$

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

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

$$S_{2\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52\text{мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (3.19)$$

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

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

$$S_{3\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82\text{мм}$$

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

3.3 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Найбільш важливий технічний показник будь-якого електричного обладнання є, безумовно, його споживана потужність, яка вимірюється у ВАТ.

Крім цього варто пам'ятати, що електрична споживана потужність Вт електрообладнання буває активного і реактивного характеру. Тобто, як відомо з фізики, активною потужністю буде володіти та електричне навантаження, яка безповоротно витрачає надходить електроенергію на свою роботу (в основному це робота з виділення тепла через фізичні перетворення електричної енергії в енергію тепла).

Для споживачів, яким властива активна потужність Вт, характерна пряма залежність зазначеної номінальної потужності до її дійсного значення і роботі електрообладнання.

Іншими словами, що написано на пристрої, то і буде в дійсності. Інше справа йде з електричним устаткуванням, якому властиво володіти реактивною потужністю.

Електричної реактивної потужністю володіють всі ті пристрої, у яких є в робочих силових ланцюгах елементи індуктивності (катушки) і ємності (конденсатори). Справа в тому, що якщо у електроустаткування з активною потужністю вся енергія йде в роботу, то в пристроях з реактивною потужністю частина електричної енергії з котушок і конденсаторів повертається назад у мережу, але вже змінена за своєю фазі. Ця назад повертається електроенергія відіграє негативну роль в силових електричних системах, оскільки своєю протифазою здатна перевантажувати електромережу і погіршувати якість електроенергії.

Пристроєм, яким характерна реактивна потужність, і у яких не стоять фільтри і вузли компенсації цієї реактивної складової, властиві, як мінімум невідповідність зазначеної номінальної електричної потужності і реально робочої, а як максимум, вони здатні вносити в електричну мережу перешкоди і перевантажувати окремі ділянки електричної системи електропостачання (до тих місць, де може стояти ємність або індуктивність, яка гаситиме реактивну складову).

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=3*220=660 \text{ (Вт)} \quad (3.20)$$

3.4 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Основною складовою частиною виробу є друкований вузол. На якому розміщено всі електрорадіоелементи пристрою, на верхню і нижню кришки не кріпиться жоден ЕРЕ.

Друкована плата являється двосторонньою, але при цьому має досить велику кількість електричних з'єднань і при цьому потрібно забезпечити

компактність пристрою, тому було використано металізацію отворів та більш компактне встановлення РЕЕ, за допомогою таких методів було спрощено розробку конструктиву плати друкованої.

Виготовляється плата буде з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78.

Плата виготовляється комбінованим позитивним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, також даний метод вимагає значно дорожчого технологічного процесу виготовлення друкованої, оскільки потрібно проводити металізацію отворів, що підвищує вартість розробки, та ускладнює сам технологічний процес, але при цьому можна виготовити складні друковані плати і зробити їх більш компактними.

Надійність і дешевизна металевих корпусів до сих пір залишається вирішальним чинником вибору їх в якості оболонки для електронного приладу.

В області виготовлення металевих корпусів для РЕА вибір технологій трохи ширше, ніж при виробництві корпусів із пластмаси.

До цих пір залишається затребуваним одна з найстаріших технологій - технологія холодного листового штампування, при якій для виробництва партії корпусів створюється металевий штамп, за допомогою якого відбувається штампування елементів корпусу.

Корпуси металевих виробів провадиться у такому технологічному порядку:

- лазерна різка металу з тонкого листа - це забезпечує легкий вага кінцевого виробу;
- гнучка вирізаного виробу;
- зварювання;
- запрессовка внутрішніх метизів та кріплень;
- порошкове фарбування;
- нанесення написів, маркування та позначень методом термодруку (шовкографії по металу) в разі необхідності.

3.5 Якісна оцінка технологічності конструкції

Конструкцію виробу називають технологічною, якщо в прийнятих конструктивних рішеннях враховані можливості забезпечення оптимальних затрат праці і коштів на його проектування, виготовлення, технічне обслуговування та ремонт при заданій якості та прийнятих умовах виготовлення, технічного обслуговування і ремонту.

Відпрацювання конструкції виробу на технологічність (якісну оцінку технологічності) починають вже на етапі технологічного контролю креслень виробу чи складальної одиниці та аналізу їх службового призначення. Результати цієї роботи повинні забезпечити розв'язання таких основних задач:

- зниження трудомісткості та собівартості виготовлення виробу;
- зниження трудомісткості та вартості експлуатації виробу, його профілактичного технічного обслуговування і ремонту.

Порядок і правила відпрацювання конструкції виробу і складальної одиниці на технологічність регламентується державним стандартом. Цим же стандартом встановлено ряд кількісних показників технологічності, які розраховуються для даного виробу і порівнюються з показниками базового виробу, який виступає в даному випадку як еталон.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальнено на підставі досвіду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування. Їх характеризують показники: добре-погано.

Оцінка технологічності виробу проводиться для забезпечення ефективного опрацювання і аналізу конструкції на зниження затрат часу і засобів на її роз-робку, технологічну підготовку, виготовлення, експлуатацію і ремонт. При якісній оцінці проводиться конструктивно – технологічний аналіз конструкції з точки зору пристосовуваності виробу до умов виробництва та затрат при виготовленні і експлуатації.

Якісна оцінка технологічності включає в себе опис, обґрунтування вибору конструктивних матеріалів елементів корпусу, плати з вказуванням

використовуваних методів і умов виготовлення, застосовуваних інструментів і обладнання.

3.6 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

Друкована плата виготовляється комбінованим методом з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ10316-78) товщиною 1,5мм. При такому методі стравлюються незахищенні на фользі ділянки утворюючи друкований монтаж та наноситься металізація на отвори ЕРЕ. Цей метод є трохи складнішим і дорожчим ніж травлення і потребує складніших процесів. Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні.

Отже для виготовлення друкованого вузла виробу необхідно виготовити плату друковану з провідниками, висвердленими отворами і контактними площадками.

В якості діелектричної основи використовуємо склотекстоліт. Він повинен задовільняти такі умови:

1. Володіти високою механічною міцністю при малій товщині.
2. Володіти гнучкістю і піддаватися усім видам різання.
3. Повинен мати високу хімічну стійкість і вологостійкість.
4. Повинен мати малу діелектричну проникненість.
5. Володіти високою адгезією.
6. Володіти мінімальними діелектричними втратами в діапазоні робочих частот.

Друковану плату виготовляємо комбінованим методом. Цей метод включає в себе наступні операції:

1. Різання заготовок .
2. Пробивання базових отворів.
3. Підготовка поверхні заготовок.
4. Нанесення сухого плівкового фоторезисту.

5. Нанесення захисного лаку.
6. Свердління отворів.
7. Хімічне міднення.
8. Зняття захисного лаку.
9. Гальванічне напилення .
10. Електролітичне міднення та нанесення захисного покриття.
11. Зняття фоторезисту.
12. Травлення друкованої плати.
13. Промивання друкованої плати.
14. Механічна обробка.

3.7 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності K , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{0}{0 + 41} = 0 \quad (3.21)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{82}{106} = 0,77 \quad (3.22)$$

де $H_{\text{А.М}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

$H_{\text{М}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу $K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{39}{42} = 0,93 \quad (3.23)$$

де $H_{M.П.ЕРЕ}$ кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{41}{41} = 0 \quad (3.24)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{41}{41} = 0 \quad (3.25)$$

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

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

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{ВСТ.Р}$ визначається за формулою:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{8}{41} = 0,8 \quad (3.26)$$

де $H_{ВСТ.Р}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення $K_{Ф}$ деталей визначається за формулою:

$$K_{Ф} = \frac{D_{нр}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (3.27)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0*1 + 0,77*1 + 0,93*0,75 + 0*0,5 + 0*0,310 + 0,8*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (3.28)$$

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника K до комплексного нормативного показника K_n , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу $K_n = 0,5$.

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (3.29)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,51}{0,5} = 1,0 \geq 1$.

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

Таблиця 3.1 Вихідні дані для розрахунку комплексного показника технологічності

№п/п	Показники технологічності	Позначення	ϕ_i
1	Коефіцієнт виконання мікросхеми	Квик.імс	1
2	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	Ка.м.	1
3	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ	Км.п.ере	0,750
4	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	Кповт.ере	0,500
5	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	Кзаст.ере	0,310
6	Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ	Квст.р	0,187
	Коефіцієнт прогресивності формування	Кф	0,110

Оцінка рівня технологічності виробу визначається в порівнянні розрахованого комплексного показника K з комплексним нормативним показником K_n (таблиця 2.4).

Таблиця 3.2 - 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

3.8 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційна технологія складання і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою. Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

Також в технологічних картах розраховується кількість витрачених на виробництво матеріалів та затрата часу на складання виробу.

Докладна маршрутно-операційна технологія складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного дипломного проекту.

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у нижню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів
- кріплення перемикача резистора на верхню кришку;
- кріплення шнура живлення та запобіжника, вилки;

- радіатора та на радіатор тиристорів;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів;

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла включає в себе наступні кроки:

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль.

3.9 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи.

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах.

Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу.

Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів.

Розрахунок надійності проектованого виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release:

Таблиця 3.3 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Транзистори	4	0,35	4	5,6
2	Діоди	6	0,35	0,7	1,47
3	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
4	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
5	Резистори постійні	17	0,42	0,8	5,712
6	Резистори змінні	1	0,1	3,2	0,32
7	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	110	1	0,02	2,2
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Перемикач	1	1	0,5	0,5
12	Тиристор	2	0,35	6	4,2
13	Роз'єм	2	1	0,05	0,1
14	Реле	1	1	2,2	2,2
15	Звуковий випромінювач	1	1	6,5	6,5
16	Тираторон	1	1	15	15

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $4.7412e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 21091.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999526$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.995270$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.953694$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.622433$

$$t = 100000 \text{ год. } P(t) = 0.008728$$

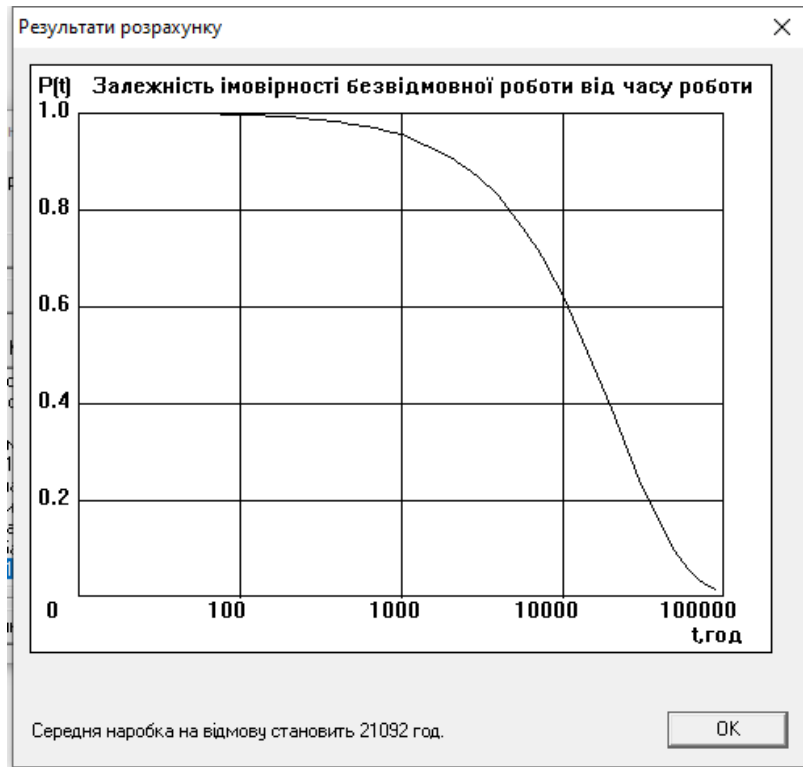


Рисунок 3.2 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 21092 год.

Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

3.10 Дослідження залежності вібростійкості плати від її габаритних розмірів

Технічні характеристики і надійність функціонування виробу в значній мірі залежать від умов його експлуатації, зокрема і від якості закріплення та захисту від паразитних вібрацій в процесі роботи.

Проведемо розрахунок частоти власних коливань друкованої плати як механічної конструкції, складеної із прямокутної основи із габаритними розмірами $l \times b \times d$, приймаючи до уваги, що

де m – сумарна маса виробу,

$$\varphi = \pi^2 \sqrt{\frac{1 + 1.621 \frac{\delta}{\beta} + \frac{1}{\beta^2}}{1 + 1.621 \frac{\delta}{\beta^3} + \frac{1}{\beta^6}}}$$

$$Q = \frac{Ed^3}{12(1 - \delta^2)}$$

$$\beta = \frac{l}{b}$$

$\delta = 0.22$ - коефіцієнт Пуасона .

Значення решти вихідних даних приймемо наступними:

$L=115$ мм; $b=140$ мм; $d=1,5$ мм; густина матеріалу плати $\rho=2050$ кг/м³

(односторонній фольгований склотекстоліт FR-4 35/35 з - модулем пружності $E=3,02 * 10^{10}$ Н/м²).

На рис.3.3 показано зміну резонансної частоти плати як механічної конструкції в залежності від зміни її довжини при сталій ширині рівній 140мм і товщині 1.5мм. Розроблене програмне забезпечення дозволяє отримувати оцінки вібростійкості подібних зразків при заданні їх механічних параметрів.

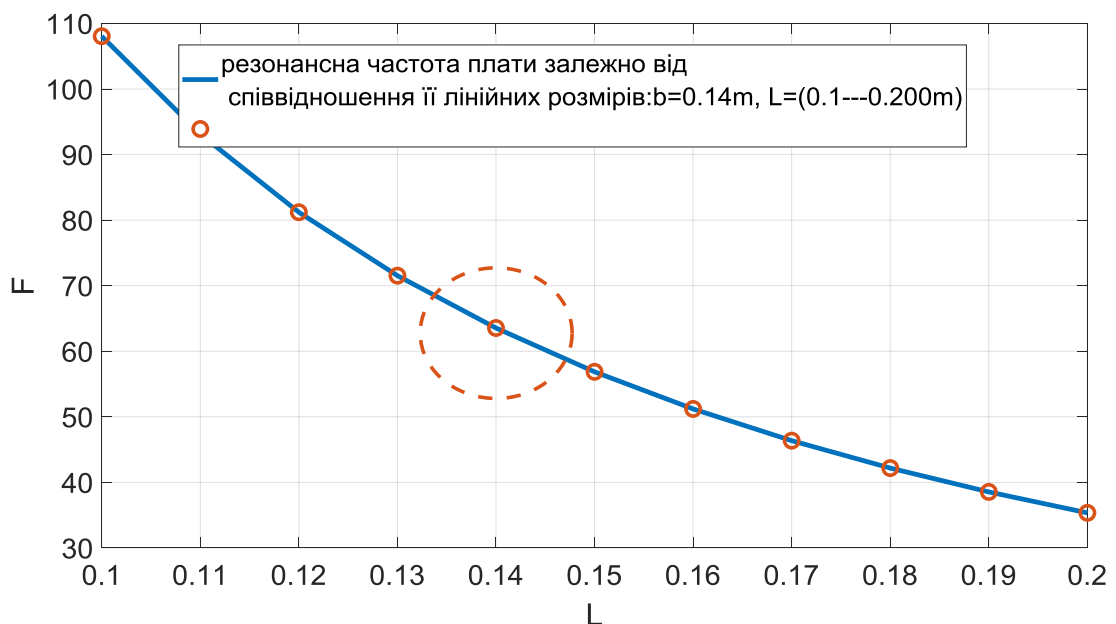


Рисунок 3.3 - Залежність резонансної частоти плати від її лінійних довжини при сталій ширині рівній 0.14м

Як бачимо, за рівних лінійних розмірів (плата квадратної форми) її резонансна частота знаходиться в околі 60Гц.

Тому, якщо робочою частотою проектованої ПЕС є частота 60 Гц, конструкція вимагатиме додаткового кріплення на основі. Із проведених досліджень випливає, що оптимальнішим співвідношенням лінійних розмірів плати в даному випадку буде 1:2.

За такої умови власна резонансна частота плати як механічної конструкції знаходитиметься поза межами робочої частоти пристрою. А вцілому на вібростійкість розробленої конструкції впливають її механічні характеристики такі як сумарна маса компонент і основи, фізичні параметри матеріалу і геометрія основи.

Програмне забезпечення для розрахунку резонансної частоти плати в середовищі MATLAB

```

clear all
%габаритні розміри
%l=.120;
k=1;
for l=.100:.01:.2
    L(k)=l;
    b=.140;
    d=.015;
    %модуль пружності, коефіцієнт Пуасона, густина матеріалу
    E=3.02e10;
    q=.22;
    r=2.05e3;
    %маса компонент , плати і приведена маса виробу
    mq=.102;
    mp=r*l*b*d;
    m=mp+mq/l/b;
    %циліндрична жорсткість
    Q=E*d^3/12/(1-q^2);
    %резонансна частота виробу
    a=l/b;
    w=(pi^2)*sqrt((1+1.621*q/b+b^-2)/(1+1.621/b/b/b+b^-6));
    F(k)=w*sqrt(Q/m)/2/pi/l/l;
    k=k+1;
    plot(L,F,L,F,'o'),grid
end

```

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Список завдань уповноваженого з охорони праці досить великий. У даній дисципліні важливе розуміння і таких понять, як робоче місце, робоча зона, що дозволяє більш точно визначити принципи і заходи з організації безпечного простору працівника. Комплекс факторів, які впливають на нього протягом трудового процесу, має назву «умови праці». Сюди відносяться елементи по його охороні, естетичні, соціальні, психофізіологічні і психологічні елементи.

Головною метою систем з охорони праці на всіх господарських об'єктах є створення найбільш сприятливих умов, які сприятимуть безпеці, працездатності трудящих, збереження їх здоров'я в процесі виконання певних професійних обов'язків.

Система складається з деяких підсистем, які включають в себе різні елементи формування позитивної обстановки на роботі. Мета охорони праці також можна поділити на підцілі. До категорії проміжних цілей, що стоять перед такою системою, можна віднести:

- усунення ризику виникнення небезпечних ситуацій, нещасних випадків, випадків травматизму;
- профілактичні роботи по зменшенню рівня професійної захворюваності, які спрямовані на зниження втрат робочого часу;
- своєчасне усунення аварій та інших негативних і небезпечних інцидентів, що сталися на виробництві;
- зниження втрат внаслідок недотримання техніки безпеки;
- регулювання фінансових потоків;
- профілактика порушень вимог дотримання норм безпеки;
- збільшення загального рівня обізнаності співробітників в даній області;
- постійне прагнення до найбільш ефективному застосуванню елементів охорони праці;

- створення оптимальних умов для вдосконалення технологічного процесу і використання технічних засобів.

4.1 Навчання питань з охорони праці

Навчання і перевірка знань з охорони праці працівників виконуються під час підготовки, перепідготовки, оволодінні новою професією, при підвищенні кваліфікації.

Підготовка працівників для робіт з підвищеною небезпекою і працівників, зайнятих на роботах, що вимагають професійного добору проводиться тільки в навчальних закладах.

На виробництві ці працівники проходять спеціальне навчання і перевірку знань з охорони праці залежно від специфіки виробництва з урахуванням вимог норм і правил безпеки праці для конкретних робіт з підвищеною небезпекою, але не рідше одного разу на рік. Такому навчання і перевірці знань підлягають усі працюючі, включаючи інженерно-технічних працівників, зайнятих на вищезгаданих роботах.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично, один раз у три роки, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці у створених згідно з Типовим положенням комісіях, до складу яких входять представники відповідних державних інспекцій з нагляду за охороною праці.

Перші заступники або заступники керівників центральних і місцевих органів державної виконавчої влади, об'єднань підприємств, що створені за галузевим принципом, фахівці служби охорони праці, члени комісій з перевірки знань з охорони праці цих органів, а також викладачі охорони праці вищих навчальних закладів проходять навчання і перевірку знань з охорони праці в Науково-інформаційному і навчальному центрі

Держнагляд охорон праці. Інші посадові особи проходять навчання в навчальних закладах, що одержали від Держнаглядохоронпраці дозвіл на проведення цієї роботи.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці, забороняється.

Види інструктажів з охорони праці.

Інструктажі з питань охорони праці за характером і часом проведення підрозділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий.

Вступний інструктаж проводиться з усіма особами, що влаштовуються на роботу, працівником служби охорони праці підприємства або організації відповідно до програми, передбаченої Типовим положенням. Він реєструється в журналі інструктажу й у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться з працюючими, які поступили на роботу, безпосередньо на робочому місці відповідальним за охорону праці – начальником цеху, майстром. Зміст цього виду інструктажу полягає у викладанні правил безпечного провадження робіт.

Повторний інструктаж за змістом і організацією аналогічний первинному. Періодичність його проведення залежить від ступеня небезпеки виконуваних робіт.

Позаплановий інструктаж проводиться при нещасному випадку, зміні технологічного процесу, установці нового обладнання, змінах в законодавчих або нормативно-технічних документах з охорони праці.

Цільовий інструктаж проводиться безпосередньо перед виконанням робіт, що характеризуються підвищеною небезпекою або при разовому виконанні робіт, що, як правило, не виконуються працюючим.

Всі види інструктажів, крім вступного, проводяться безпосередніми керівниками працюючих і фіксуються в журналі реєстрації інструктажів з охорони праці структурного підрозділу.

Обов'язки і відповідальність роботодавця щодо дотримання діючих нормативів по навчанню працюючих з охорони праці.

Відповідальність за організацію навчання з питань охорони праці на підприємстві покладається на його власника, а в структурних підрозділах –

на керівників цих підрозділів. Контроль за своєчасним проведенням навчання здійснює служба охорони праці або працівники, на яких покладені ці обов'язки власником підприємств

Навчання та систематичне підвищення рівня знань працівників, населення України з питань охорони праці - один з основних принципів державної політики в галузі охорони праці, фундаментальна основа безпеки праці та необхідна умова вдосконалення управління охороною праці та забезпечення ефективної профілактичної роботи щодо запобігання аварій і травматизму на виробництві.

Основним нормативним актом, що регламентує порядок та види навчання, а також форми перевірки знань з охорони праці є НПАОП 0.00-4.12-05 "Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці". Даний нормативний документ спрямований на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань охорони праці, яке проводиться з працівниками в процесі трудової діяльності, а також з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів під час трудового та професійного навчання.

Вимоги Типового положення є обов'язковими для виконання усіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, бюджетними установами та суб'єктами господарської діяльності незалежно від форми власності та видів діяльності.

Нагляд за дотриманням даного Типового положення здійснюють органи державного нагляду за охороною праці, а контроль служби охорони праці центральних та місцевих органів виконавчої влади, місцевого самоврядування та підприємств.

Організація навчання і перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, курсанти, слухачі й студенти під час трудового та професійного навчання проходять на підприємстві за рахунок роботодавця інструктаж, навчання і перевірку знань з питань охорони праці, надання першої допомоги

потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії. Допуск до роботи (виконання навчальних практичних завдань) без навчання і перевірки знань з питань охорони праці забороняється.

На підприємствах на основі Типового положення, з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, розробляються і затверджуються наказом керівника відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці та формуються плани-графіки проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники. Відповідальність за організацію цієї роботи на підприємстві покладається на його керівника, а в структурних підрозділах - на керівників цих підрозділів.

Організація навчання і перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації на підприємстві, здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким роботодавець доручає організацію цієї роботи.

На підприємстві для перевірки знань працівників з питань охорони праці наказом керівника створюється відповідна комісія. Головою комісії призначається керівник підприємства або його заступник, до службових обов'язків якого належить організація роботи з охорони праці. У разі потреби створення комісій в окремих структурних підрозділах їх очолюють керівник цього підрозділу чи його заступник.

До складу комісії підприємства входять спеціалісти служби охорони праці, представники юридичної, виробничих, технічних служб, представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці та ін. Комісія вважається правомочною, якщо до її складу входять не менше трьох осіб.

Усі члени комісії у порядку, встановленому Типовим положенням, повинні пройти навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Перед перевіркою знань на підприємстві організують заняття: лекції, семінари та консультації. Перевірка знань працівників з питань охорони праці здійснюється за тими нормативно-правовими актами з охорони праці, додержання яких входить до їх функціональних обов'язків.

Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є тестування, залік або іспит. Тестування проводиться комісією за допомогою технічних засобів (автоекзаменатори, модульні тести тощо), залік або іспит - за екзаменаційними білетами у формі усного або письмового опитування. Результати перевірки знань працівників з питань охорони праці оформляються відповідним протоколом.

Працівникам, які при перевірці знань з охорони праці виявили задовільні результати, видають посвідчення.

При незадовільних результатах перевірки знань працівник повинен протягом одного місяця пройти повторне навчання та повторну перевірку знань.

Працівники, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці, до роботи не допускаються.

Посадові особи та інші працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою, проходять щорічне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

Робота з підвищеною небезпекою - це робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба в професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, навколишньому природному середовищу.

Відповідальність за організацію та здійснення інструктажів, навчання та перевірки знань з питань охорони праці покладається на роботодавця.

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні потужного стабілізатора ефективного значення напруги

Пайка - процес з'єднання металів або неметалевих матеріалів за допомогою розплавленого присадочного металу, званого припоєм і має температуру плавлення нижче температури плавлення основного металу (або неметаллического матеріалу). Процес пайки застосовується або для отримання окремих деталей, або для складання вузлів або остаточного складання приладів.

В процесі пайки відбуваються взаємне розчинення і дифузія припою і основного металу, чим і забезпечуються міцність, герметичність, електропровідність і теплопровідність паяного з'єднання. При пайці не відбувається розплавлення металу спаюється деталей, завдяки чому різко знижується ступінь викривлення і окислення металу.

Для отримання якісного з'єднання температура нагріву спаюється деталей в зоні шва повинна бути на 50-100 ° С вище температури плавлення припою. Спаюється деталі нагрівають в печах, в полум'ї газового пальника, струмами високої частоти, паяльниками.

Міцне з'єднання припою (сплав припою) з основним металом можна утворити лише в тому випадку, якщо поверхні спаюється деталей вільні від оксидів і забруднень. Для запиті поверхонь спаюється деталей від інтенсивного окислення в результаті нагрівання місце пайки покривають флюсом, який утворює рідку і газоподібну перепони між поверхнями спаюється деталей і навколишнім повітрям.

Процес пайки полягає в наступному: при нагріванні припій розплавляється і, стикаючись з нагрітим, але вільним від окисної плівки основним металом, змочує його, і розтікається по його поверхні. Здатність припою заповнювати шви залежить від ступеня змочування припоєм основного металу, його капілярних властивостей і шорсткості поверхні спаюється деталей.

Припої для пайки

До припою пред'являються наступні вимоги: висока механічна міцність припоєв в умовах нормальних, високих і низьких температур, хороші електропровідність і теплопровідність, герметичність, стійкість проти корозії, вологотекучість при температурі пайки, гарне змочування основного металу, певні для даного припою температура плавлення і величина температурного інтервалу кристалізації. Залежно від температури плавлення і міцності застосовуваних припоїв розрізняють пайку м'якими припоями (м'яку) і пайку твердими припоями (тверду).

Пайка м'якими припоями

При пайку м'якими припоями використовують припої з температурами плавлення нижче 400°C , щоб забезпечити отримання паяних швів з межами міцності до 10 кг / мм^2 .

Застосовують наступні м'які припої: олов'яно-свинцеві, малооловянистие, легкоплавкі і спеціальні.

Припої олов'яно-свинцеві (ПОС), що мають температуру плавлення $= 183 \div 265^{\circ}\text{C}$, являють собою сплави олова і свинцю з добавкою 1,5-2,5% сурми і позначаються (ГОСТ 1499-54) ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-50, ПОС-61, ПОС-90 (цифра показує відсоток вмісту олова).

Малооловянисті і безоловянисті м'які припої: свинцеві ($t_{\text{пл}} = 327^{\circ}\text{C}$), свинцево-срібні (2,5% срібла, $t_{\text{пл}} = 304^{\circ}\text{C}$) і ін.

Легкоплавкі припої ($t_{\text{пл}} = 60,5 \div 145^{\circ}\text{C}$) - сплави олова, свинцю, вісмуту і кадмію. Їх застосовують у випадках, коли потрібно зниження температури пайки через небезпеку перегріву деталей, а також для «східчастих» (друге) пайок. Механічна міцність припоєв незначна, причому вісмутіві припої володіють великою крихкістю.

Спеціальні припої використовують для пайки матеріалів, що не піддаються якісній пайку стандартними припоями, причому найчастіше їх використовують для пайки алюмінію. Для пайки алюмінію і його сплавів застосовують спеціальні припої на олов'яній основі, які містять цинк, кадмій і іноді алюміній, а також чисте олово (вміст олова 99,92%), причому кращими є олов'яно-цинкові, олов'яно-кадмієві та кадмієво-цинкові сплави ($t_{\text{пл}} = 197$

÷ 310 ° C), так як цинк і кадмій (особливо цинк) добре дифундують в алюмінії. М'які припої поставляються у вигляді чушок, прутків, дроту, стрічки, а також трубок з олов'яно-свинцевого сплаву, заповнених каніфолевим флюсом. Застосування трубчастих припоїв значно спрощує процес паяльних робіт і сприяє його механізації. При пайку м'якими припоями флюси, як правило, необхідні.

4.3 Особливості горіння твердих горючих матеріалів

Пожежонебезпечні властивості твердих горючих матеріалів і речовин характеризуються здатністю до займання, особливістю горіння та властивістю піддаватися гасінню тими чи іншими способами.

Різні за хімічним складом тверді матеріали й речовини горять неоднаково. Імовірність загоряння залежить від характеру, маси, стану твердої речовини та способу, за допомогою якого запалюється тверда горюча речовина. Тверда горюча речовина, нагріта до відповідної температури, може загорітися за умови, що тепло не буде досить швидко розсіюватися в навколишнє середовище.

Горіння твердих горючих речовин має багатостадійний характер. Прості тверді речовини (сажа, кокс, антрацит й ін.), що являють собою хімічно чистий вуглець, розжарюються або тліють без утворення іскор, полум'я і диму, оскільки їм не потрібно розкладатися, перед тим як вступити в реакцію з киснем повітря. Таке горіння без полум'я відбувається, як правило, повільно й називається поверхневим.

Горіння складних за хімічним складом твердих горючих речовин — таких, як дерево, бавовна, каучук, гума, пластмаси та ін. — відбувається у дві стадії: термічне розкладання з утворенням летких та твердих продуктів і їх наступне окислення та горіння, що супроводжується виникненням полум'я та випромінюванням світла.

Самі складні речовини не горять — горять продукти їх розкладання. Самостійне горіння твердих горючих речовин продовжується за умови, що

кількість теплоти, яку віддає поверхня, що горить, за одиницю часу в навколишнє середовище, не перевищує кількості теплоти, накопиченої цією поверхнею.

Отже, під дією зовнішньої теплоти відбувається нагрівання твердої фази, що супроводжується виділенням газоподібних продуктів, які потім спалахують і горять. Тепло, що утворилося внаслідок спалахування, діє на поверхню твердої речовини й знову викликає надходження в зону горіння нових порцій летких речовин. Парогазова суміш продуктів термічного розкладу твердих горючих речовин є горючою. Наприклад, термічний розклад деревини починається при температурах 200 °С. Розкладаються вуглеводи, водень, оксид вуглецю та пара органічних речовин. При досягненні певної концентрації та при наявності джерела запалювання вони займаються, що зумовлює подальше зростання температури та перехід процесу до екзотермічної стадії. Процес термічного розкладу буде продовжуватися доти, доки не вичерпається весь об'єм горючої речовини.

Тверді горючі речовини можуть займатися як від відкритого джерела вогню, так і від нагрітих предметів і горючих газів. Наприклад, за певних умов спостерігається самозаймання деревини при температурі вищій за 330 °С. Проте в умовах тривалого нагрівання самозаймання може спостерігатися при значно нижчих температурах.

Після займання температура поверхневого шару деревини підвищується до 400 °С. При цьому вихід газоподібних продуктів стає максимальним, що забезпечує подальший розвиток процесу горіння. Як результат — верхній шар деревини перетворюється на вугілля, яке за даних умов ще не може горіти, оскільки кисень повітря витрачається на реакцію, що відбувається в газовій зоні й не досягає поверхневого шару. При підвищенні температури до 500-700 °С збільшується шар вугілля й одночасно починається горіння твердої фази.

Отже, процес горіння деревини складається з двох основних періодів: горіння пари й газів, що утворюються при розкладанні деревини, та горіння вугілля, що утворилося при цьому.

Температуру спалахування твердих горючих матеріалів визначають експериментальним шляхом. Найнижча температура, за якої займаються продукти розкладу, є температурою спалахування для даної речовини. Температура спалахування твердих горючих речовин за довідковими даними становить 50-580 °С. Найбільш низьку температуру спалахування має камфора, найвищу — ксилоліт. Для більшості деревних порід ця температура становить 270-300 °С.

Швидкість вигорання твердих матеріалів залежить від вологості матеріалу, його об'ємної ваги, питомого навантаження (кількості матеріалу, що припадає на 1 м² площі підлоги), відношення площі поверхні матеріалу до його об'єму, від доступу повітря й напрямку вітру та інших чинників.

Сухі волокнисті, розрихлені й пилоподібні горючі тверді речовини мають велику поверхню стикання з киснем повітря, тому вони вигорять значно швидше, ніж вологі та ущільнені матеріали з великою об'ємною вагою. Кіноплівка на нітрооснові, целулоїд, порох, вибухові тверді речовини мають найбільшу швидкість горіння серед твердих горючих речовин, оскільки вони утримують достатню кількість кисню для повного їх згорання. Вони можуть горіти під водою, під землею і в герметично закритих ємностях.

Характерною особливістю горіння складних за хімічним складом твердих горючих речовин є утворення полум'я і диму. На пожежах залежно від складу горючих речовин, ступеня їх згорання утворюється дим, що має відповідний колір і запах.

Каучук, гума, смоли, пластмаси виділяють чорний дим, бездимні порохи — жовто-бурі продукти горіння. Деревина в процесі горіння виділяє сірувато-чорний дим і т. ін.

За кольором полум'я на пожежах орієнтовно можна визначити температуру горіння: червоний відповідає температурі 550 °С; темно-червоний — 700 °С; вишнево-червоний — 900 °С; оранжевий — 1100 °С, а білий — 1400 °С і більше.

При пожежах майже завжди утворюються продукти неповного згорання, серед яких іноді трапляються токсичні та отруйні речовини.

Показником токсичності продуктів горіння є відношення кількості речовини до одиниці об'єму замкнутого простору, у якому газоподібні продукти горіння спричинюють так звану Дг. (дозу літальна) до 50 %.

За значенням показника токсичності продуктів горіння матеріали поділяються на чотири класи: надзвичайно небезпечні, високоне-безпечні, помірно небезпечні та малонебезпечні.

Даний показник слугує для оцінки полімерних матеріалів, які використовуються для облицювання та теплоізоляційних робіт. Цей показник вводить до технічних умов і стандартів на полімерні матеріали.

ВИСНОВКИ

Згідно теми кваліфікаційної роботи розробка потужного стабілізатора ефективного значення напруги. У роботі було розроблено конструкцію потужного стабілізатора ефективного значення напруги, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації.

Проектування виробу здійснювалось з врахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічного, економічного, естетичного характеру, норм ергономіки та дизайну.

Характерними особливостями пристрою є простота виготовлення, зручність експлуатації та ремонту, перспективність збуту.

З проведених розрахунків кількісної оцінки технологічності видно, що конструкція даного пристрою є повністю технологічною і відповідає існуючому рівню технологічності на підприємствах по випуску подібної РЕА.

Використання сучасної елементної бази дозволило зменшити його габарити і масу, забезпечити високий рівень вібростійкості та надійності.

Технологічний процес виготовлення проектного виробу достатньо простий і не трудомісткий, більшість операцій піддаються автоматизації і механізації. Це істотно зменшує затрати праці, підвищує її продуктивність, позитивно впливає на собівартість готової продукції.

Пристрій повністю пристосований для багато серійного виробництва з можливим переходом підприємства на його серійний випуск.

Розповсюдженість і широке практичне застосування вибраних елементів значно полегшує ремонт проектного виробу.

Розрахунок собівартості виробництва пристрою показав, що запропонований пристрій доступний по ціні для його придбання громадянами із середнім рівнем матеріального забезпечення.

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 <https://uk.wikipedia.org/wiki/Mathcad>
- 6 <http://pts-russia.com/products/mathcad/mathcad-info.html>
7. https://pidruchniki.com/18210712/bzhd/pravila_bezpeki_pri_roboti_kompyuterom
8. <https://studfiles.net/preview/5226642/page:3/>
9. https://pidruchniki.com/16850303/bzhd/rozsliduvannya_oblik_avariy
- 10 https://studopedia.com.ua/1_56124_provedennya-derzhavnogo-naglyadu-zahoronoyu-pratsi-vidi-ta-osnovni-parametri-provedennya-naglyadovih-zahodiv.html
11. <https://allbest.ru/otherreferats/radio/d00081866.html>
12. <https://ukrreferat.com/chapters/tehichni-nauki/rozrahunok-dzermalnoi-anteni-suputnikovoi-anteni-kursova-robot.html>